

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA ESPECIAL DE TITULACION DE LA MAESTRIA EN TELEMATICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED VoIP Y CCTV EN LA CENTRAL EÓLICA VILLONACO”

Tesis Previa a la Obtención
del Grado de Magister en
Telemática

AUTOR:

ENITH PATRICIA CARRIÓN QUEZADA

DIRECTOR:

ING. DIEGO ARTURO PONCE VAZQUEZ, PH.D

**CUENCA-ECUADOR
Abril – 2015**





RESUMEN

La Central Eólica Villonaco, se encuentra ubicada sobre el cerro del mismo nombre a 2720 msnm, aproximadamente a 10 km del centro de la ciudad de Loja, junto a los barrios de Uriguanga, Payanchi y Rumicorral, extensiones que limitan con el cantón Catamayo.

En la actualidad, en este sector no se cuenta con un servicio de telefonía fija ni móvil, que permita la comunicación efectiva en el proceso de operación y Mantenimiento de las unidades de generación, dificultando la ejecución de maniobras, monitoreo de actividades de mantenimiento, aviso oportuno de emergencias, etc.

En tal virtud se hace necesario el implementar un sistema de comunicaciones que permita provechar la infraestructura existente entre las unidades de generación, la Subestación Villonaco y las Oficinas de la Unidad de negocio CELEC EP GENSUR.

Con este sistema de comunicaciones, se garantiza la seguridad del personal de Mantenimiento de la central eólica al realizar trabajos en el interior de la turbina, en la base o a 65 metros de altura sobre el suelo natural, en Góndola, instalación en la cual no se posee ningún medio de comunicación ni interfaz gráfico que les permita verificar las condiciones de viento (velocidad y dirección), siendo estos parámetros fundamentales para mantenerse trabajando dentro de la turbina eólica o finalizar los mismos dentro de ella.

Para lograr este particular, se pretende evaluar la infraestructura existente, considerando las limitaciones que se tienen al estar los aerogeneradores en garantía del fabricante, lo cual restringe la posibilidad de hacer cambios radicales en la turbina.

PALABRAS CLAVES: Voz sobre IP (VoIP), Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), WAN



ABSTRACT

The Wind Farm Villonaco, is located on the hill of the same name at 2720 meters, about 10 km from the city of Loja, along with the districts of Uriguanga, Payanchi and Rumicorral extensions bordering the canton Catamayo.

Today, in this sector do not have a fixed telephone service and mobile, enabling effective communication in the process of operation and maintenance of the generating units, preventing the execution of operations, monitoring of maintenance activities, notice timely emergency, etc.

As such it is necessary to implement a communications system that allows provechar existing infrastructure between the generating units, the Villonaco Substation and Offices Business Unit CELEC EP GENSUR.

With this communication system, the safety of maintenance of wind power stations when working inside the turbine in the base or 65 meters above ground natura, Gondola, installation is guaranteed which is not has no media or graphical interface that allows them to verify wind conditions (speed and direction), these fundamentals to keep working within the wind turbine or terminate them inside.

To achieve this particular goal is to assess the existing infrastructure, considering the limitations that need to be wind turbines manufacturer's warranty, which restricts the ability to make radical changes in the turbine.

KEYWORDS: VoIP, CCTV, WAN



ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABLAS	11
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	13
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN	15
DEDICATORIA.....	16
AGRADECIMIENTO	17
JUSTIFICACIÓN	18
OBJETIVOS	19
ALCANCE	20
CAPITULO I	21
1.1. INTRODUCCIÓN.	22
1.2. ANTECEDENTES.	24
1.3. ESTADO DEL ARTE	26
1.4. CARACTERÍSTICAS DE LA CENTRAL EÓLICA VILLONACO.	27
1.5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS AEROGENERADORES	28
1.5.1 Diseño actual del sistema de comunicaciones entre las unidades de generación, la subestación Villonaco y las oficinas de la unidad de negocio CELEC EP GENSUR.....	31
1.6. PROBLEMAS A SER RESUELTO.....	32
1.6.1 Unidades de generación	32
CAPÍTULO II	34
2.1. INTRODUCCIÓN	35
2.1.1 Central HiPath 3800 Siemens.....	35
2.2. BREVE HISTORIA.....	39
2.3. MODELO TCP/IP	40
2.4. VOZ SOBRE IP	42
2.4.1. Digitalización	43
2.5 CÓDEC.	47
2.5.1 Códec de voz	48
2.6. PROTOCOLOS Y ESTÁNDARES DE VoIP	54
2.6.1 Protocolos de señalización	54
2.6.2. PROTOCOLOS DE TRANSPORTE VoIP	58
2.7. FACTORES QUE DEFINEN CALIDAD DE SERVICIO	66
2.7.1. Latencia	66
2.7.2. Fluctuación de retardo (Jitter)	67
2.7.3. Pérdidas de paquetes	68
2.7.4. ECO.....	69



2.8. COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL DISEÑO DE UNA RED IP PARA TRANSMISIÓN DE VOZ.....	70
2.9. FACTORES PRINCIPALES A TENER EN CUENTA PARA LA CALIDAD DE VOZ	71
2.10. CLASIFICACIÓN DE TRÁFICO	73
2.10.1. IEEE 802.1p	74
2.10.2. IEEE 802.1q	75
2.11. CENTRAL TELEFÓNICA DIGITAL (PBX).....	76
2.11.1. Distribuidor automático de llamadas (ACD)	76
2.11.2. Interacción de respuesta de voz (IVR)	76
2.11.3. Sistema de correo de voz (VMS)	76
2.12. SOFTWARE LIBRE	76
2.13. SISTEMA OPERATIVO PARA EL DISEÑO DE LA RED VOZ SOBRE IP	77
CAPITULO III	78
3.1. RED DE INTERNET PARA CELEC EP GENSUR	79
3.2. ESTRUCTURA DE LA RED DE COMUNICACIONES DE LA CENTRAL EÓLICA VILLONACO	80
3.3. ESTRUCTURA DE LA RED DE COMUNICACIONES DE LA SUBESTACIÓN VILLONACO	83
3.3.1. Estructura de la red comunicaciones aerogenerador	89
• ROUTER MICROTIK 1100 AHx2 (SUBESTACIÓN)	93
3.4. Estudio de tráfico para el diseño.....	95
3.5. DIAGRAMAS DE CONEXIÓN	99
3.6. DIAGRAMA GENERAL.....	100
3.7. DIAGRAMA ESPECÍFICO	102
3.8. EQUIPOS	103
3.9. DESCRIPCION DEL EQUIPAMIENTO	104
3.9.1. Router.....	104
3.9.2. Cámaras IP	105
3.9.3. Teléfonos IP	109
3.9.4. Smartphone.....	110
3.9.5. NVR	110
CAPITULO 4	111
4.1. DIAGRAMAS DE OPERACIÓN DE RED	112
4.1.1. Llamada entre Teléfono IP de la base y Smartphone en góndola del mismo aerogenerador.....	113
4.1.2. Llamada entre Teléfono IP de la base y Smartphone en góndola de aerogeneradores diferentes.....	114
4.1.3. Llamada entre Teléfonos IP de la base de diferentes aerogeneradores.....	115
4.1.4. Llamadas entre los teléfonos IP del aerogenerador y la Subestación Villonaco, Centro de Información, Oficinas Loja, Oficinas Zamora.	116
4.1.5. Llamadas externas a los aerogeneradores.....	117
4.1.6. Llamada entre Smartphone de diferentes aerogeneradores.	118



4.1.7.	Llamadas entre los Smartphone IP del aerogenerador y la Subestación Villonaco, Centro de Información, Oficinas Loja, Oficinas Zamora.	119
4.2.	INSTALACIÓN DE EQUIPOS.....	120
4.2.1.	Instalación de equipos en Gondola.....	120
4.2.2.	Instalación de equipos en base.....	122
4.3.	PRUEBAS Y RESULTADOS	124
4.4.	HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADOS	124
4.4.1.	Hardware	124
4.4.2.	Software	125
4.4.3.	Prueba de establecimiento entre llamadas internas	126
4.4.4.	Prueba del escenario entre locales.....	128
4.4.5.	Prueba de consumo de ancho de banda, capacidad de la red y del servidor	129
4.4.6.	Trafico que se tiene con las cámaras instaladas en los aerogeneradores.	130
4.4.7.	Llamada Aerogeneradores.....	142
4.4.8.	Cámaras Aerogeneradores.....	143
5.1	COSTOS.....	145
5.1.1	Costos del equipamiento.....	145
5.1.2	Costos recursos humanos	146
5.1.3	MOVILIZACIÓN	147
5.2	TIEMPOS DE MANTENIMIENTO.....	148
5.2.1	Mantenimiento semestral	148
5.2.2	Mantenimiento anual.....	149
5.2.3	Indisponibilidades no programadas	150
	TRABAJOS FUTUROS.....	162
	REFERENCIAS.....	163



LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. 1 Centrales en Operación CELEC EP [1]	22
Fig. 1. 2 Central Eólica Villonaco CELEC EP. Diseño de autor	24
Fig. 1. 3 Histograma de Producción Mensual año 2013 Central Eólica Villonaco. Diseño de autor	25
Fig. 1. 4 Disposición aerogeneradores WindPRO- CENTRAL EÓLICA VILLONACO Diseño de autor	27
Fig. 1. 5 Sistema De Comunicaciones de La Unidad De Negocio Celec Ep Gensur Diseño de autor	31
Fig. 1. 6 Sistema De Comunicaciones Aerogenerador Gwt/1500	32
Fig. 2. 1 HiPath 3800 [4]	36
Fig. 2. 2 Interfaz de la central HiPath 3800.	37
Fig. 2. 3 Líneas/interconexión de la central HiPath 3800	38
Fig. 2. 4 Extensiones de la central HiPath 3800	38
Fig. 2. 5 Llamadas entrantes, central HiPath 3800	39
Fig. 2. 6 Modelo TCP / IP [6]	40
Fig. 2. 7: Redes Digitales	43
Fig. 2. 8: Digitalización de señales [13]	43
Fig. 2. 9 Codificación de señales analógicas y digitales [14]	44
Fig. 2. 10 Codificador PCM [14]	44
Fig. 2. 11 Muestreo de señales analógicas y digitales [14]	45
Fig. 2. 12 Cuantificación de señales analógicas y digitales [14]	45
Fig. 2. 13 Codificación de señales analógicas y digitales	46
Fig. 2. 14 Muestra codificada. [14]	46
Fig. 2. 15 Recuperación de señal original. [14]	47
Fig. 2. 16 Protocolos de señalización.	54
Fig. 2. 17 Ejemplo de Servidores SIP. [23]	58
Fig. 2. 18 Trafico RTP Y RTCP a través de la Red. [24]	59
Fig. 2. 19 Arquitectura de protocolos. [23]	60
Fig. 2. 20 Protocolos RTP/Crtp. [23]	61
Fig. 2. 21 Estructura de la trama RTP. [23]	61
Fig. 2. 22 Establecimiento de una llamada entre dos puntos A y B. [23]	64
Fig. 2. 23 Colgado de una llamada IAX. [23]	64
Fig. 2. 24 Calidad de Voz. [23]	70
Fig. 2. 25 Componentes principales para el diseño e implementación de una Red de Voz sobre IP. [23]	71
Fig. 2. 26 Trama del estándar 802.1p. [23]	74
Fig. 2. 27 Trama del estándar 802.1q. [23]	75
Fig. 3. 1 Conexión Internet CELEC EP GENSUR. Diseño de autor	79
Fig. 3. 2 Conexión Interna Loja –Oficinas. Diseño de autor	80
Fig. 3. 3 Red de comunicaciones de la Central Eólica Villonaco. Diseño de autor	81
Fig. 3. 4 Conexión interna de la Central Eólica Villonaco. Diseño de autor	82



Fig. 3. 5 Conexión subestación de la Central Eólica Villonaco. Diseño de autor.....	84
Fig. 3. 6 Conexión entre el aerogenerador y el sistema de control central. [30].....	90
Fig. 3. 7 Arquitectura de comunicaciones entre el aerogenerador y el sistema de control central. [30].	91
Fig. 3. 8 Conexión AERO de la Central Eólica Villonaco. Diseño de autor.	91
Fig. 3. 9 Router Microtik 1100 AHx2. [37]	93
Fig. 3. 10 Diagrama de cámaras instaladas en la Central Eólica Villonaco. [30].....	94
Fig. 3. 11 Tráfico de una llamada utilizando el Códec G.729. Software WinBox. Diseño de autor.	95
Fig. 3. 12 Tráfico de una llamada utilizando el Códec G.711. Software WinBox. Diseño de autor.	96
Fig. 3. 13 Tráfico de una llamada utilizando el Códec G.722. Software WinBox. Diseño de autor.	97
Fig. 3. 14 Tráfico de una llamada utilizando el Códec G.729. Software WinBox. Diseño de autor.	98
Fig. 3. 15 Esquema de las necesidades de comunicación, ubicación de quipos y esquema de conexión. Diseño de autor.	101
Fig. 3. 16 Diagrama de conexión Aerogenerador. Diseño de autor.	103
Fig. 3. 17 Compensación de contraluz. [32]	105
Fig. 3. 18 Compensación de contraluz. [32].....	106
Fig. 3. 19 Compensación de contraluz. [32].....	107
Fig. 3. 20 Compensación de contraluz. [32].....	107
Fig. 3. 21 Compensación de contraluz. [32].....	108
Fig. 3. 22 PoE Power over Ethernet [33].....	108
Fig. 3. 23 NVR 9600. [36]	110
Fig. 4. 1 Esquema comunicación en un mismo aerogenerador. Diseño de autor.....	113
Fig. 4. 2 Esquema comunicación de aerogenerador a Loja y de regreso a otro aerogenerador de IP a Smartphone. Diseño de autor	114
Fig. 4. 3 Esquema comunicación de aerogenerador a Loja y de regreso a otro aerogenerador de IP a IP. Diseño de autor	115
Fig. 4. 4 Esquema de una llamada del teléfono Ip a la S/E Villonaco, centro de información, oficina Loja y Zamora. Diseño de autor	116
Fig. 4. 5 Esquema comunicación de una llamada entre Teléfonos IP de la base y Clientes Externos. Diseño de autor	117
Fig. 4. 6 Esquema comunicación de una llamada entre Smartphone y Clientes Externos. Diseño de autor.....	118
Fig. 4. 7 Esquema comunicación de una llamada entre Smartphones del mismo generador. Diseño de autor.....	119
Fig. 4. 8 Esquema de una llamada del teléfono Ip a la S/E Villonaco, centro de información, oficina Loja y Zamora. Diseño de autor	120
Fig. 4. 9 Característica de Central Telefónica Siemens HiPath 3800. [38]	125
Fig. 4. 10 Direcciones Ip de routers instalados en la base y góndola de los Aerogeneradores. Diseño de autor.	126



Fig. 4. 11 Ping realizado al terminal del Aero generado-base-9. Diseño de autor.....	127
Fig. 4. 12 Ping realizado al terminal del Aerogenerador-base-9. Diseño de autor.....	127
Fig. 4. 13 Esquema de prueba de establecimiento de llamada entre Aerogenerador-base-9 y Oficinas Loja. Diseño de autor.	128
Fig. 4. 14 Extensiones de Aerogeneradores con HiPath 3000. Diseño de autor.....	129
Fig. 4. 15 Tráfico de una sola llamada. Diseño de autor.....	129
Fig. 4. 16 Trafico en hora pico de una sola llamada. Diseño de autor.	130
Fig. 4. 17 Tráfico que genera la cámara 1 prendida. Software WinBox. Diseño de autor.....	131
Fig. 4. 18 Tráfico que genera la cámara 1 apagada. Software WinBox. Diseño de autor.....	131
Fig. 4. 19 Tráfico que genera la cámara 2 prendida. Software WinBox. Diseño de autor.....	132
Fig. 4. 20 Tráfico que genera la cámara 2 apagada. Software WinBox. Diseño de autor.....	132
Fig. 4. 21 Tráfico que genera la cámara 3 prendida. Software WinBox. Diseño de autor.....	133
Fig. 4. 22 Tráfico que genera la cámara 3 apagada. Software WinBox. Diseño de autor.....	133
Fig. 4. 23 Tráfico que genera la cámara 4 prendida. Software WinBox. Diseño de autor.....	134
Fig. 4. 24 Tráfico que genera la cámara 4 apagada. Software WinBox. Diseño de autor.....	134
Fig. 4. 25 Tráfico que genera la cámara 5 prendida. Software WinBox. Diseño de autor.....	135
Fig. 4. 26 Tráfico que genera la cámara 5 apagada. Software WinBox. Diseño de autor.....	135
Fig. 4. 27 Tráfico que genera la cámara 6 prendida. Software WinBox. Diseño de autor.....	136
Fig. 4. 28 Tráfico que genera la cámara 6 apagada. Software WinBox. Diseño de autor.....	136
Fig. 4. 29 Tráfico que genera la cámara 7 prendida. Software WinBox. Diseño de autor.....	137
Fig. 4. 30 Tráfico que genera la cámara 7 apagada. Software WinBox. Diseño de autor.....	137
Fig. 4. 31 Tráfico que genera la cámara 8 prendida. Software WinBox. Diseño de autor.....	138
Fig. 4. 32 Tráfico que genera la cámara 6 apagada. Software WinBox. Diseño de autor.....	138
Fig. 4. 33 Tráfico que genera la cámara 9 prendida. Software WinBox. Diseño de autor.....	139
Fig. 4. 34 Tráfico que genera la cámara 9 apagado. Software WinBox. Diseño de autor.....	139
Fig. 4. 35 Tráfico que genera la cámara 10 prendida. Software WinBox. Diseño de autor.....	140



Fig. 4. 36 Tráfico que genera la cámara 10 apagada. Software WinBox. Diseño de autor.....	140
Fig. 4. 37 Tráfico que genera la cámara 11 prendida. Software WinBox.	141
Fig. 4. 38 Tráfico que genera la cámara 11 prendida. Software WinBox. Diseño de autor.....	141
Fig. 4. 39 Prueba realizada utilizando el teléfono del aerogenerador 9. Diseño de autor.....	143
Fig. 4. 40 Prueba de video, aerogenerador 1. Diseño de autor.	143
Fig. 5. 1 Tarifas de planes coporativos, [39]	155
Fig. 5. 2 Servicio Movil Avanzado, [40]	158



LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Características Central Eólica Villonaco Diseño de autores	28
Tabla 1.2 Características Técnicas Aerogeneradores Gw70/1500 Diseño de autores	30
Tabla 2. 1 Información general del HiPath 3800 [4]	36
Tabla 2. 2 Características técnicas del HiPath 3800 [4]	37
Tabla 3. 1 Equipos Loja-Oficinas. Diseño de autor.	80
Tabla 3. 2 Equipos subestación de la Central Eólica Villonaco. Diseño de autor.	83
Tabla 3. 3 Detalle conexión puertos CONVERTIDOR DE FIBRA OPTICA CTC UNION. Diseño de autor.	85
Tabla 3. 4. Detalle conexión puertos MIKROTIK ROUTER BOARD 1100. Diseño de autor.	85
Tabla 3. 5. Detalle conexión puertos TP-LINK TL-SF1016DS. Diseño de autor.	86
Tabla 3. 6 Detalle conexión puertos ODF. Diseño de autor.	87
Tabla 3. 7. Detalle conexión puertos SWITCH H3C S1016R. Diseño de autor.	88
Tabla 3. 8. Detalle conexión puertos JUNIPER SSG 20. Diseño de autor.	88
Tabla 3. 9 Detalle conexión puertos RECONECTADOR MC112CS. Diseño de autor.	88
Tabla 3. 10 Detalle conexión puertos COMUNICACIÓN GOLDWIND – KYLAND SICOM 3024. Diseño de autor.	88
Tabla 3. 11. Detalle conexión puertos SERVIDORES PowerEdge R710. Diseño de autor.	89
Tabla 3. 12 Equipos Aerogeneradores de la Central Eólica Villonaco. Diseño de autor.	91
Tabla 3. 13 Detalle conexión puertos Kyland SICOM 3000. Diseño de autor.	92
Tabla 3. 14 Detalle conexión puertos Kyland SICOM 3000	92
Tabla 3. 15 Detalle conexión puertos Kyland SICOM 3000. Diseño de autor.	92
Tabla 3. 16. Detalle conexión puertos Kyland SICOM 3000 Diseño de autor.	93
Tabla 3. 17 Número de líneas telefónicas en Loja, Villonaco y Zamora. Diseño de autor.	99
Tabla 3. 18 Ancho de banda total. Diseño de autor.	99
Tabla 4. 1.- Instalación de los equipos en la góndola. Diseño de autor	122
Tabla 4. 2 Instalación de equipos en la base. Diseño de autor	124
Tabla 4. 3 Tráfico total que genera cada teléfono. Diseño de autor.	130
Tabla 4. 4 Tráfico total que genera cada cámara. Diseño de autor.	142
Tabla 5. 1 Costos equipamiento. Diseño de autor.	146



Tabla 5. 2 Costos de Recursos Humano. Diseño de autor.....	146
Tabla 5. 3 Costos de Recursos Humanos. Diseño de autor.	147
Tabla 5. 4 Mantenimiento Semestral por unidad. Diseño de autor.	149
Tabla 5. 5 Mantenimiento Anual por unidad. Diseño de autor.	149
Tabla 5. 6 Fallas por unidad. Diseño de autor.	152
Tabla 5. 7 Resumen de indisponibilidad por fallas externas por unidad de generación y mensual. Diseño de autor.....	153
Tabla 5. 8 Resumen número de mantenimientos correctivos por unidad de generación. Diseño de autor.	153
Tabla 5. 9 Resumen de tipos de mantenimiento con su respectivo tiempo. Diseño de autor.....	154
Tabla 5. 10 Costo total. Diseño de autor.....	156



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

ENITH PATRICIA CARRION QUEZADA, autora de la tesis "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED VoIP Y CCTV EN LA CENTRAL EÓLICA VILLONACO", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

CUENCA, 20 de abril de 2015

ENITH PATRICIA CARRION QUEZADA

C.I: 1103859219



Universidad de Cuenca

Clausula de derechos de autor

ENITH PATRICIA CARRION QUEZADA, autora de la tesis "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED VoIP Y CCTV EN LA CENTRAL EÓLICA VILLONACO", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de MAGISTER EN TELEMATICA. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora

CUENCA, 20 de abril de 2015

ENITH PATRICIA CARRION QUEZADA

C.I: 1103859219



APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

Ing. PhD. Diego Ponce, catedrático de la maestría Telemática de la Universidad de Cuenca, director de la tesis **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED VoIP Y CCTV EN LA CENTRAL EÓLICA VILLONACO”**, desarrollado por la maestrante ENITH PATRICIA CARRIÓN QUEZADA, estudiante del Programa de Maestría en Telemática.

C E R T I F I C O:

Que he coordinado todo el proceso académico de desarrollo de la presente investigación, desde la fase de diseño, implementación y pruebas, de la propuesta investigativa de la referida graduante, que la presenta como requisito previo la obtención del grado de maestría.

Que el graduante ha cumplido a cabalidad con todo el proceso de investigación, hasta dejarla en su estado actual. Por lo que autorizo su presentación en sus instancias académicas y legales, previa la recepción del grado.

Cuenca, Abril de 2015

Ing. Diego Ponce, PhD
DIRECTOR DE TESIS



DEDICATORIA

Con todo el corazón dedico este trabajo a
Dios, y a mi hermosa familia; mis amados
padres, quienes representan verdaderos
ángeles en mi diario existir, por todo su amor,
apoyo y dedicación.

A mi compañero de vida, mi esposo Franz
Montero, pilar fundamental en mi diario
caminar, fuente inagotable de amor y
comprensión.

A mis hijos Samaela y Franz Josué, principio y
fin de mis días.

A todos mis familiares, compañeros y amigos
quienes de una u otra forman me apoyaron
para la realización del presente trabajo.

ENITH CARRIÓN Q.



AGRADECIMIENTO

Elevo mi agradecimiento a la Universidad de Cuenca, por darme la oportunidad de continuar mis estudios de cuarto nivel y a través del PhD. Juan Leonardo Espinoza DIRECTOR DEL AREA DE POSGRADO a todos los docentes y planta administrativa, quienes con todo su contingente y gran experiencia, han aportado decisivamente en esta etapa de formación de mi vida, por su calidad y calidez humana, desarrollando el concepto de generosidad al más alto nivel.

A la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP y a su Unidad de Negocio CELEC EP GENSUR, institución que a través de sus directivos, me han permitido desarrollar este proyecto de investigación, en las instalaciones de la Central Eólica Villonaco, por su confianza, apoyo y aliento constante, fieles motivadores y testigos del esfuerzo realizado, para culminar con éxito los objetivos planteados en este tema de tesis.

Al Ing. Marcelo Espín A. por su respaldo, motivación y enseñanzas de vida, que han trascendido en mi formación profesional y mi desarrollo personal.

A la familia GENSUR, por todo su cariño, entrega y respaldo que se manifiesta en mi diario vivir, matizando de colores mil, las actividades maravillosas del trabajo.

Al PhD. Diego Ponce por el tiempo, dedicación y esfuerzo brindado en el desarrollo de esta investigación, convirtiéndose en un verdadero motivador y guía durante este largo caminar.

A mis amig@s, compañer@s de aula, por las vivencias compartidas, por el apoyo y esfuerzo brindado y a todos quienes de alguna u otra forma aportaron para el desarrollo de esta investigación.

Muchas Gracias.



JUSTIFICACIÓN

El desarrollo del presente trabajo pretende brindar una solución al problema de comunicación entre las unidades de generación de la Central Eólica Villonaco, el cuarto de control de la Subestación Villonaco y las oficinas administrativas de la Unidad de Negocio CELEC EP GENSUR, aprovechando la infraestructura instalada, ya que dentro de los aerogeneradores por sus características constructivas la telefonía móvil es deficiente, ofreciendo una herramienta que permita facilitar los trabajos de mantenimiento y asegurar el bienestar del personal al contar con una vía de comunicación directa con los operadores del centro de control, quienes pueden dar una aviso de alerta de las condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.

Además, este proyecto reducirá los costos, que implican las llamadas de telefonía móvil, ofreciendo una propia infraestructura basada en tecnología voz sobre IP y un monitoreo y registro a través de un eficiente CCTV.



OBJETIVOS

El desarrollo de la presente tesis aborda los siguientes objetivos:

Objetivo General

Diseñar e Implementar una red de comunicación VoIP en la Central Eólica Villonaco, utilizando la infraestructura existente.

Objetivos Específicos

- Analizar la infraestructura de red actual de la Central Eólica Villonaco que permita una comunicación VoIP.
- Diseñar una red de comunicación VoIP que comprenda elección y distribución de equipos, creación de VLAN, Plan de direccionamiento IP, ancho de banda, elección de protocolos y códec más usados para transmitir voz.
- Analizar las diversas alternativas de protocolos y hardware necesarios para implementar una red VoIP.
- Implementar y configurar las aplicaciones necesarias para el funcionamiento de la red de comunicación de VoIP y CCTV.
- Realizar un análisis técnico económico de la implementación de este proyecto de tesis en la Central Eólica Villonaco.



ALCANCE

Diseñar una red de Voz sobre IP con calidad de servicio, que pueda transmitir la voz por la infraestructura existente, creación de un plan de marcación, configuración de Correo de Voz, elección de los protocolos de señalización y los códecs de voz (equipos existentes) para la transmisión de voz sobre la red IP, además del diseño e implementación de un Circuito Cerrado de Televisión que incluye una cámara en el acceso de cada unidad de generación con características necesarias para un monitoreo 24 horas, cuyas imágenes serán monitoreadas desde el Centro de control.

Se contará con una VLAN para cada uno de los servicios (telefonía VoIP y CCTV) y el respectivo análisis económico.



CAPITULO I
SITUACIÓN ACTUAL CENTRAL EÓLICA VILLONACO
CELEC EP GENSUR

1.1. INTRODUCCIÓN.

La Central Eólica Villonaco, se encuentra ubicada sobre el cerro del mismo nombre a 2720 msnm, aproximadamente a 10 km del centro de la ciudad de Loja, junto a los barrios de Uriguanga, Payanchi y Rumicorral, extensiones que limitan con el cantón Catamayo.

Esta Central de generación Eólica, forma parte de las 31 Centrales en operación de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP, empresa pública estratégica, bajo la rectoría del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

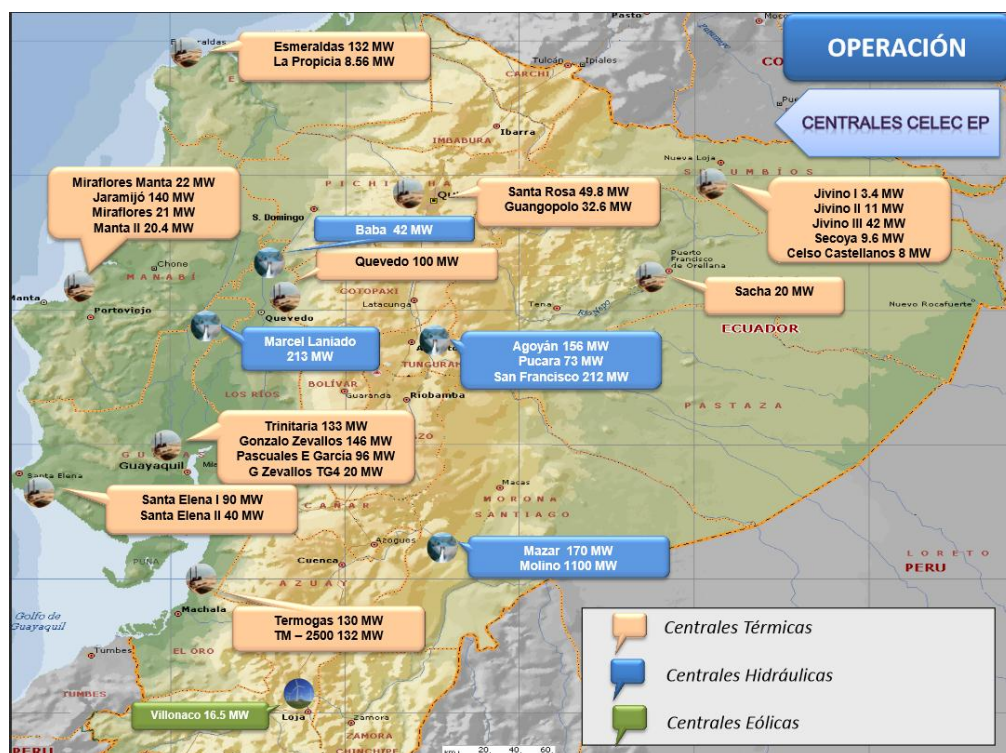


Fig. 1. 1 Centrales en Operación CELEC EP [1]

La Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP tiene bajo su responsabilidad la ejecución de los procesos de generación, transmisión, distribución, comercialización, importación y exportación de energía



eléctrica; ampliación del sistema eléctrico existente, planificación, diseño, instalación, operación y mantenimiento de sistemas no incorporados al Sistema nacional Interconectado.

Su finalidad es la provisión de servicio eléctrico y responde a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad.

Mediante RESOLUCIÓN N° CELEC EP-GG-142-2011, del 21 de junio de 2011, la CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR CELEC EP, resuelve crear como área administrativo-operativa de la Empresa Pública CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR CELEC EP, la Unidad de Negocio CELEC EP-GENSUR, con domicilio en la ciudad de Loja. [2]

La Unidad de Negocio CELEC EP-GENSUR, contribuye al desarrollo del país, a través de la implementación de proyectos de generación de energía eléctrica, basados en el uso de fuentes renovables, teniendo a su cargo la CENTRAL EÓLICA VILLONACO Y EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO DELSITANISAGUA.

En este capítulo se presenta un análisis de la situación actual del sistema de comunicaciones entre las unidades de generación de la Central Eólica Villonaco, la subestación Villonaco y las oficinas de la Unidad de Negocio CELEC EP GENSUR, enfoca los problemas que se generan por la falta de medios de comunicación en las actividades de operación y mantenimiento de la central de generación y plantea soluciones a los mismos.

Además, se explica los objetivos y el alcance de la presente tesis; aplicando conocimientos adquiridos en ramas como: diseño, protocolos y

seguridad de Redes, selección y configuración de equipos y dispositivos activos y pasivos de una Red LAN y WAN y conocimiento básico en redes de voz sobre IP, etc.

La principal meta es implementar un sistema de comunicaciones VoIP, utilizando la infraestructura ya instalada, que permita mantener una comunicación permanente entre las unidades de generación, la subestación Villonaco y las Oficinas de CELEC EP GENSUR, además un sistema de video vigilancia a través de una cámara instalada en el acceso de cada aerogenerador, permitiendo al personal de operación tener desde el Centro de Control, un registro en tiempo cuasi real de las labores de mantenimiento (bitácora digital), realizar un seguimiento de procedimientos y utilización de Equipos de Protección Personal, en los trabajos dentro de la unidad de generación, verificar la presencia de alarmas en el tablero principal (cambio de señales luminosa) y como un medio para registro y control de acceso.

1.2. ANTECEDENTES.



Fig. 1. 2 Central Eólica Villonaco CELEC EP. Diseño de autor

La Central Eólica Villonaco, es uno de los proyectos emblemáticos del Gobierno Nacional, cuenta con 11 aerogeneradores de 1,5 MW de potencia nominal aportando 60 millones de kWh/año al Sistema Nacional Interconectado.

Durante el año 2013 la Central Eólica Villonaco, inició su proceso de sincronización y operación con el Sistema Nacional Interconectado, a través de las diferentes declaratorias de Operación Experimental y Comercial, cumpliendo con las regulaciones del Sector Eléctrico del país, lo que se puede evidenciar en el histograma de producción.

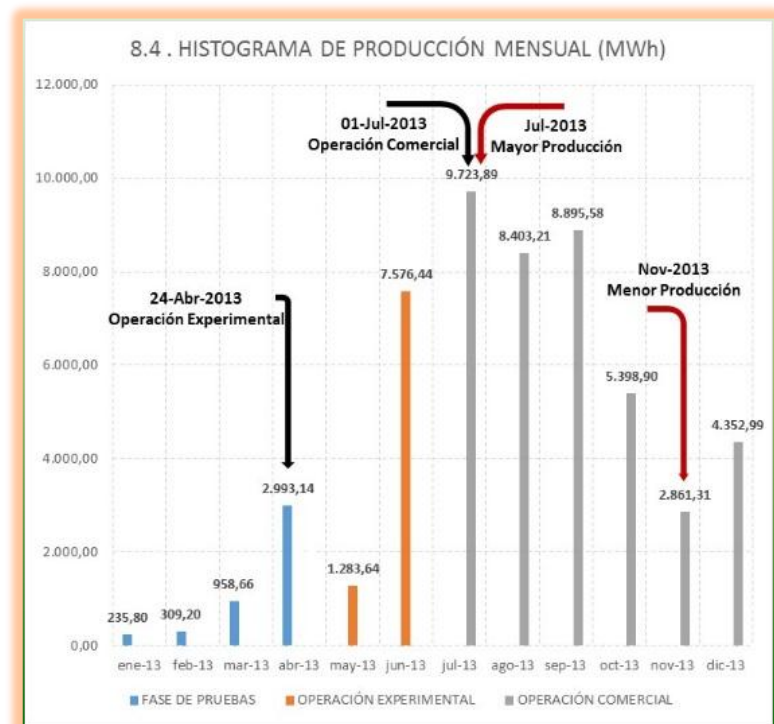


Fig. 1. 3 Histograma de Producción Mensual año 2013 Central Eólica Villonaco. Diseño de autor.



1.3. ESTADO DEL ARTE

HISTORIA VoIP

A finales del siglo XX, inicia la historia de VoIP, a través de un emprendimiento de jóvenes israelitas, quienes realizaron los primeros intentos para codificar la voz y transmitirla de un equipo a otro.

En el año de 1997 una compañía estadounidense, MCI, desarrolló el proyecto VAULT, el mismo que interconectaba las redes tradicionales de telefonía (PSTN) con redes de datos.

En el año de 1999 la empresa Cisco lanza al mercado, sus primeras plataformas corporativas para VoIP, y en el año 2003 se desarrolla un software para realizar llamadas sobre internet llamado Skype. Pero el avance de esta tecnología no termina ahí, y es en el año 2007 que Linksys, y Cisco, lanzó un teléfono móvil IP llamado iPhone.

Un estudio de In-Stat estima que el número total de usuarios de VoIP móvil será de 288 millones a finales de 2013, mientras que Juniper Research va más allá e indica que esa cifra aumentará para llegar a los 1.000 millones de usuarios de esta tecnología en 2017.

Hoy en día la telefonía IP se ha vuelto una pieza clave para el desarrollo de una nación en la parte de las telecomunicaciones haciendo más fácil y práctico el uso de esta tecnología para los usuarios finales y a su vez converge con otros servicios de valor agregado. [3]

En la Corporación Eléctrica del Ecuador, en las diferentes centrales de generación, todos los sistemas de comunicación están migrando a la tecnología basa en voz sobre IP, en nuestra Unidad de Negocio es una

experiencia novedosa el implementar este sistema en aerogeneradores, práctica poco común en el mundo, pero que por nuestra ubicación geográfica permitirá mejorar procesos técnicos, reduciendo costos operativos al no utilizar Telefonía móvil ni fija.

1.4. CARACTERÍSTICAS DE LA CENTRAL EÓLICA VILLONACO.

El emplazamiento de la Central Eólica Villonaco, de acuerdo al Micro-siting realizado en el programa WindPRO, cuenta con once aerogeneradores dispuestos en la línea de cumbre del Cerro Villonaco, en la siguiente ubicación:

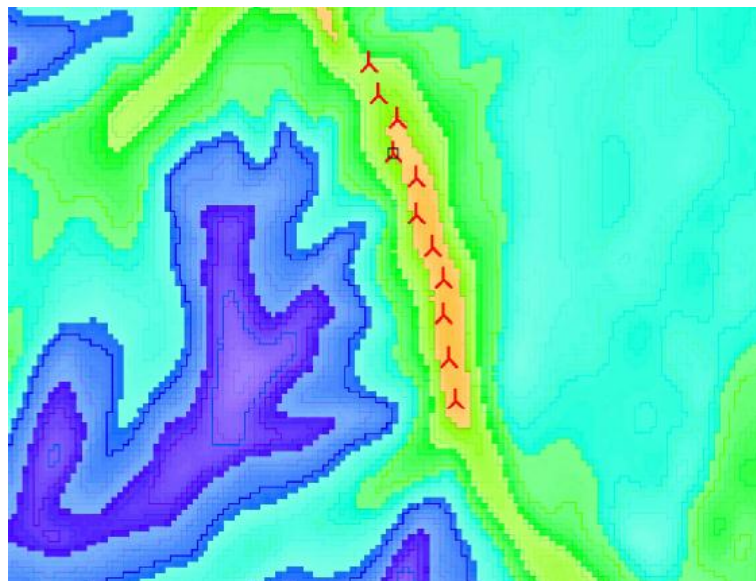


Fig. 1. 4 Disposición aerogeneradores WindPRO- CENTRAL EÓLICA VILLONACO Diseño de autor.

Todas las características relevantes de este emplazamiento, se resumen en la siguiente tabla:

CENTRAL EÓLICA VILLONACO	
VELOCIDAD DE VIENTO PROMEDIO ANUAL	12.4 m/s
FACTOR DE PLANTA	41.6 %
GENERACION DE ENERGÍA GARANTIZADA ANUAL	59.57 GWh/año

Tabla 1.1 Características Central Eólica Villonaco. Diseño de autor.

1.5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS AEROGENERADORES

La turbina eólica Goldwind GW70/1500 está diseñado como un convertidor de energía eólica sin engranajes de accionamiento directo, equipado con un rotor de tres palas, con control del ángulo de la pala así como el control de giro de la góndola. La salida de frecuencia variable del generador síncrono alimenta a un convertidor de potencia plena, que asegura que la señal de salida coincida con la frecuencia de red.

La tecnología de velocidad variable junto con un diseño de rotor eficiente, permite la conversión completa de la energía eólica en energía eléctrica, especialmente con cargas parciales.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS AEROGENERADORES CENTRAL EÓLICA VILLONACO	
Potencia Nominal	1500 kW
Velocidad de viento Arranque	4 m/s
Velocidad viento nominal	13 m/s



Velocidad de parada	25m/s (10 min) 32 m/s (5 sec)
Vida útil	≥20year
Temperatura de Operación	-30° C to +40° C
Temperatura de Parada	-40° C to +50° C
ROTOR	
Diámetro	70 m
Área de Barrido	3850m ²
Rango de Velocidad	10.2 - 19 rpm
Número de palas	3
Tipo de Palas	LM34P
GENERADOR	
Tipo	Generador Síncrono Multipolo de Imanes permanentes
Potencia Nominal	1500 kW
Diseño	Accionamiento Directo (Direct drive)
Corriente Nominal	660 A
Velocidad de Rotación Nominal	19 rpm
Clase de Protección	IP23
Categoría de Aislamiento	F
CONVERTIDOR	
Tipo	IGBT-converter



Clase de Protección	IP54
Factor de Potencia Regulable	-0.95~+0.95
Voltaje de Salida	620V
Corriente de Salida	1397/1255A
SISTEMA YAW	
Diseño	Motor de accionamiento eléctrico
Rango de Desplazamiento	0.45°/sec
SISTEMA DE FRENOS	
Frenos Aerodinámicos	Paso de Pala
Frenos Mecánicos	Sistema de Freno Hidráulico
SISTEMA DE CONTROL	
Tipo	PLC
PROTECCIÓN CONTRA RAYOS	
Diseño Estándar	Acorde a la norma IEC1024,
Resistencia a Tierra	$\leq 4\Omega$
TORRES	
Tipo	Torre Metálica
Altura de Buje	65 m/85m/100m

Tabla 2.2 Características Técnicas Aerogeneradores Gw70/1500. Diseño de autor.

1.5.1 Diseño actual del sistema de comunicaciones entre las unidades de generación, la subestación Villonaco y las oficinas de la unidad de negocio CELEC EP GENSUR

Las unidades de generación, la subestación Villonaco y las oficinas de la Unidad de Negocio CELEC EP GENSUR, presenta el siguiente diagrama (ver fig. 1.5) en la cual se detalla de manera general la infraestructura de comunicaciones existente.

La conexión para la red de internet es con topología estrella, en la cual Quito brinda la señal para Loja, Villonaco y Zamora. La Central Telefónica se encuentra en Loja que distribuye a las oficinas de Loja, Zamora y Villonaco.

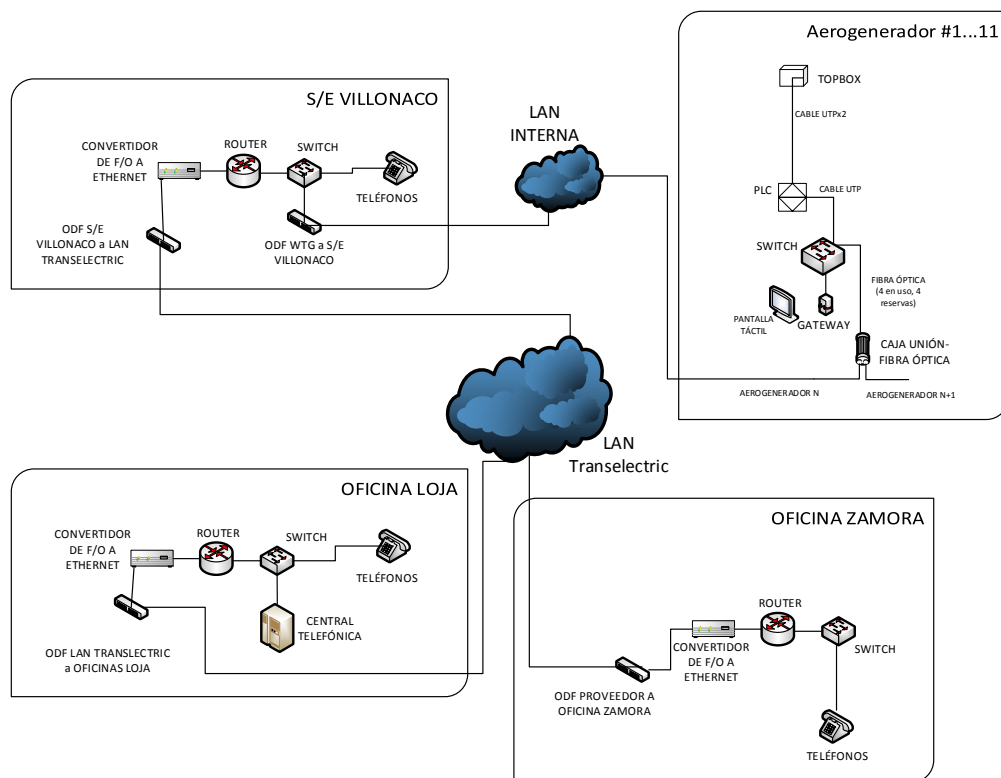


Fig. 1. 5 Sistema De Comunicaciones de La Unidad De Negocio Celec Ep Gensur Diseño de autor.

1.6. PROBLEMAS A SER RESUELTO

1.6.1 Unidades de generación

Actualmente, en la CENTRAL EÓLICA VILLONACO, existe comunicación de los aerogeneradores con la subestación, mediante radio en las bandas UHF-VHF, esta es inestable debido a que no existen antenas repetidoras, por lo cual siempre hay interferencia en la comunicación entre los aerogeneradores y la subestación.

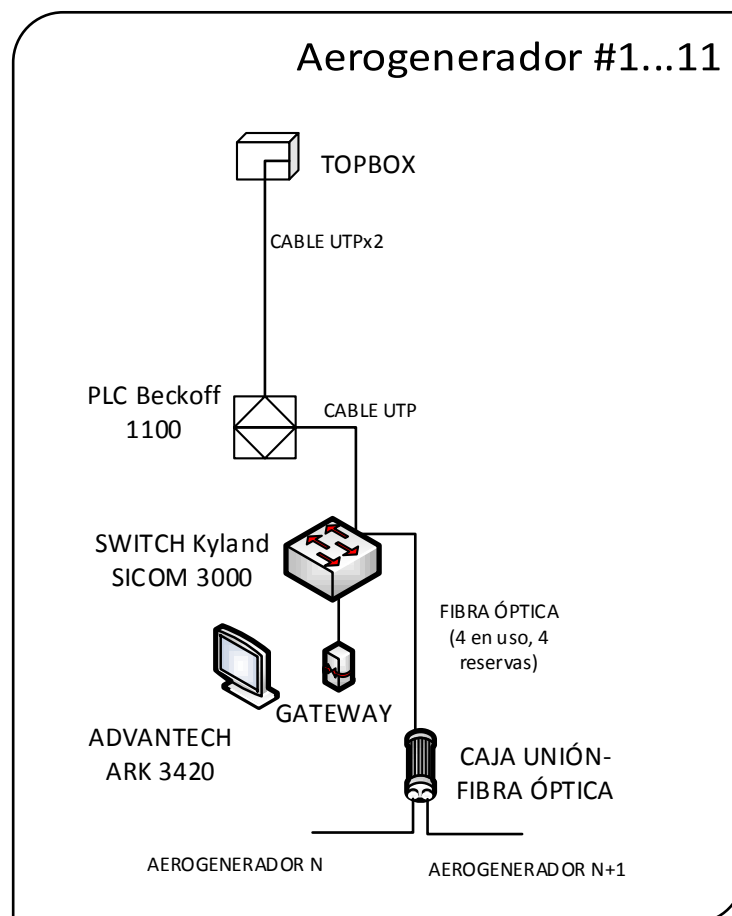


Fig. 1. 6 Sistema De Comunicaciones Aerogenerador Gwt/1500. Diseño de autor.

Las unidades de generación GW70/1500 no poseen infraestructura instalada para suministrar el servicio de telefonía VoIP, además por



términos contractuales no se puede administrar ninguno de los equipos instalados, entre ellos el Switch Kyland SICOM 3000 y por la dificultad de tender fibra óptica entre las unidades de generación al ser directamente enterradas y no contar con ductos de hormigón, obliga a utilizar los hilos de fibra óptica disponibles de la FO de 24 hilos instalada.

La principal meta es implementar un sistema de comunicaciones VoIP, utilizando la infraestructura ya instalada, que permita mantener una comunicación permanente entre las unidades de generación, la subestación Villonaco y las Oficinas de CELEC EP GENSUR, además un sistema de video vigilancia a través de una cámara instalada en el acceso de cada aerogenerador que permita al personal de operación tener no solo una comunicación vía telefonía IP con el personal de mantenimiento si no también imágenes en tiempo cuasi real de las labores dentro del mismo y una herramienta de vigilancia y control de acceso.



CAPÍTULO II

INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA DE VoIP



2.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realiza una descripción de la tecnología Voz sobre IP; modelos de referencia, componentes principales en la digitalización de la voz como son los códecs, y protocolos de red; protocolos y estándares de VoIP; y sus esquemas de señalización de llamadas en ambientes de red de datos.

Calidad de servicio QoS, problemas de la transmisión de la voz sobre la red de datos; y una descripción de la central Telefónica HiPath 3800 Siemens.

2.1.1 Central HiPath 3800 Siemens

La central telefónica, es el equipo en el cual, se reúnen las conexiones de todos los equipos telefónicos de un área determinada, denomina “área local” o “área central”. [4]

La central que efectúa únicamente la misión de conectar abonados entre sí, se denomina central local. En ella reside la inteligencia necesaria para encaminar correctamente la llamada desde su origen (abonado llamante), hasta su destino (abonado llamado). “Al conjunto de los elementos necesarios para unir una central local con sus abonados, se denomina “red de abonados” o “red local” de la central”. [5]

La central que se tiene es una central HiPath 3800, que cuenta con un sistema de Tiempo Real IP es el más grande de la familia HiPath 3000. La Central Telefónica HiPath 3800 constituye una plataforma de comunicación escalable, de sencillo crecimiento, facilidad de configuración a los más diversos escenarios, protegiendo la inversión y garantizando la disponibilidad de las prestaciones más avanzadas para el mundo IP de la mediana empresa. Por tratarse de una solución de


convergencia es especialmente adecuada en configuraciones mixtas IP/TDM [6]



Fig. 2. 1 HiPath 3800 [4]

HiPath 3800
Hasta 250 canales (RDSI, inicio de ciclo, IP)
Hasta 384 abonados digitales
Hasta 500 puntos de trabajo IP
HiPath inalámbrico con hasta 64 estaciones base y 250 terminales

Tabla 2. 1 Información general del HiPath 3800 [4]

HiPath 3300 (19 "Rack)	HiPath 3800 (Sistema estándar / 19 "Rack)
	
Max. abonados analógicos (A / B)	384
Max. suscriptores digitales (U _{PO/E})	384

Usuarios IP	500
Max. Suscriptores de Office inalámbrico HiPath	250
Max. número de estaciones base de oficina inalámbrico HiPath	64
optiClient Attendant (consola de operadora PC)	6
Módulos principales	250
Dimensiones (H x W x D en mm)	490 x 440 x 430
Peso	máx. 34kg
Color de la caja	acero azul / gris ártico

Tabla 2. 2 Características técnicas del HiPath 3800 [4]

El software que se utiliza nuestra central es el HiPath 3000 Manager, que permite gestionar y facilitar las configuraciones que se requiera para la empresa, donde se puede configurar extensiones, códigos, mensajería etc. Se puede realizar un seguimiento de las distintas llamadas ya sean entrantes como salientes.

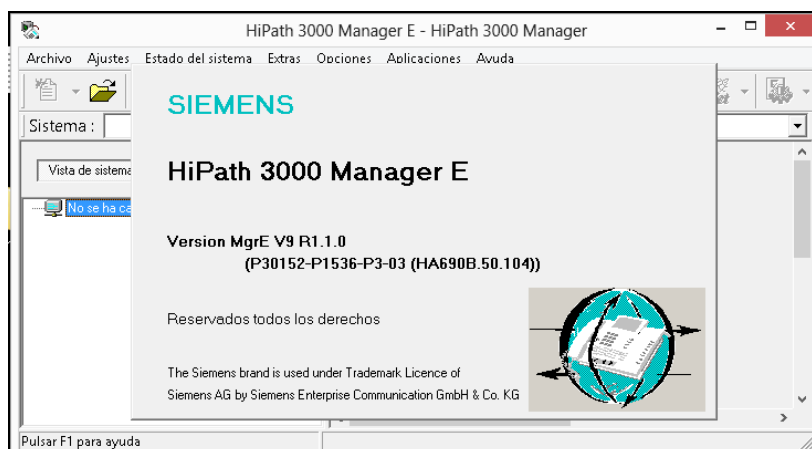


Fig. 2. 2 Interfaz de la central HiPath 3800. Diseño de autor.

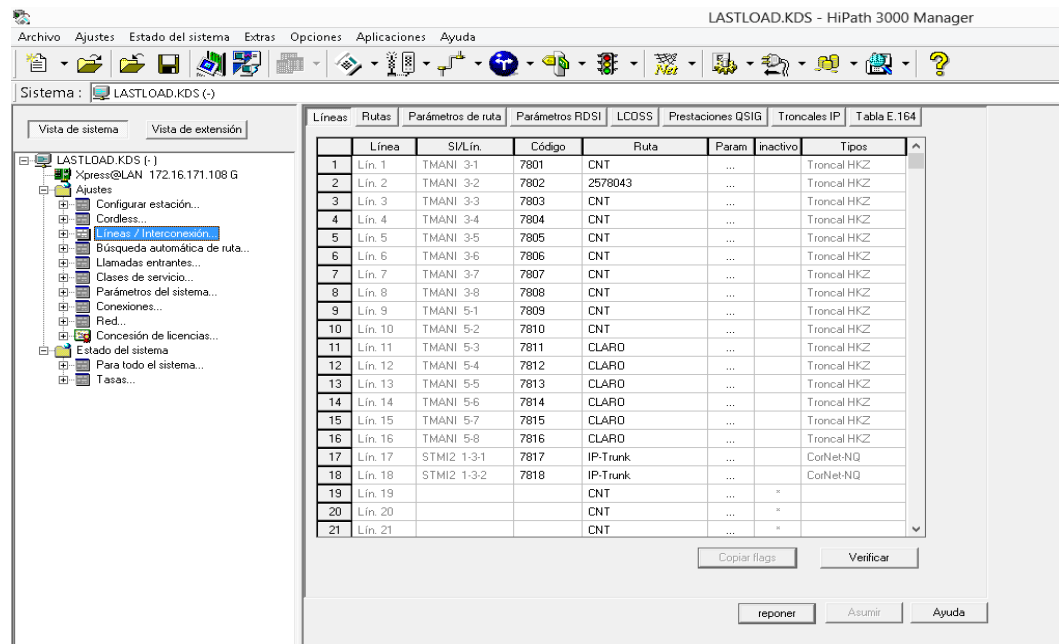


Fig. 2. 3 Líneas/interconexión de la central HiPath 3800. Diseño de autor.

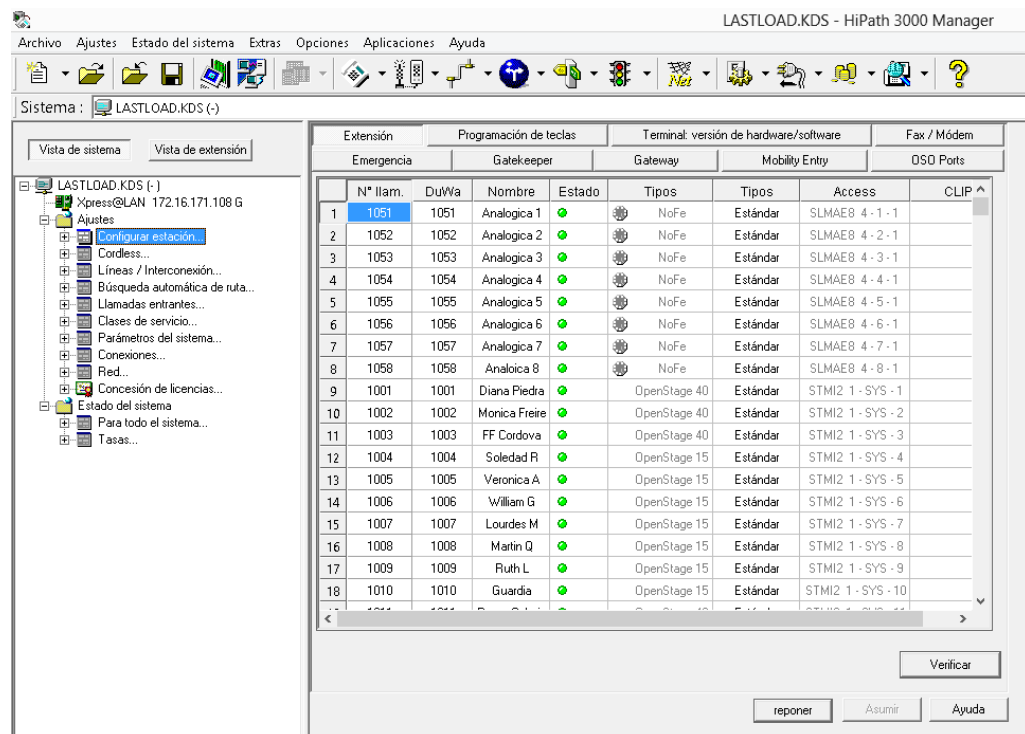


Fig. 2. 4 Extensiones de la central HiPath 3800. Diseño de autor.

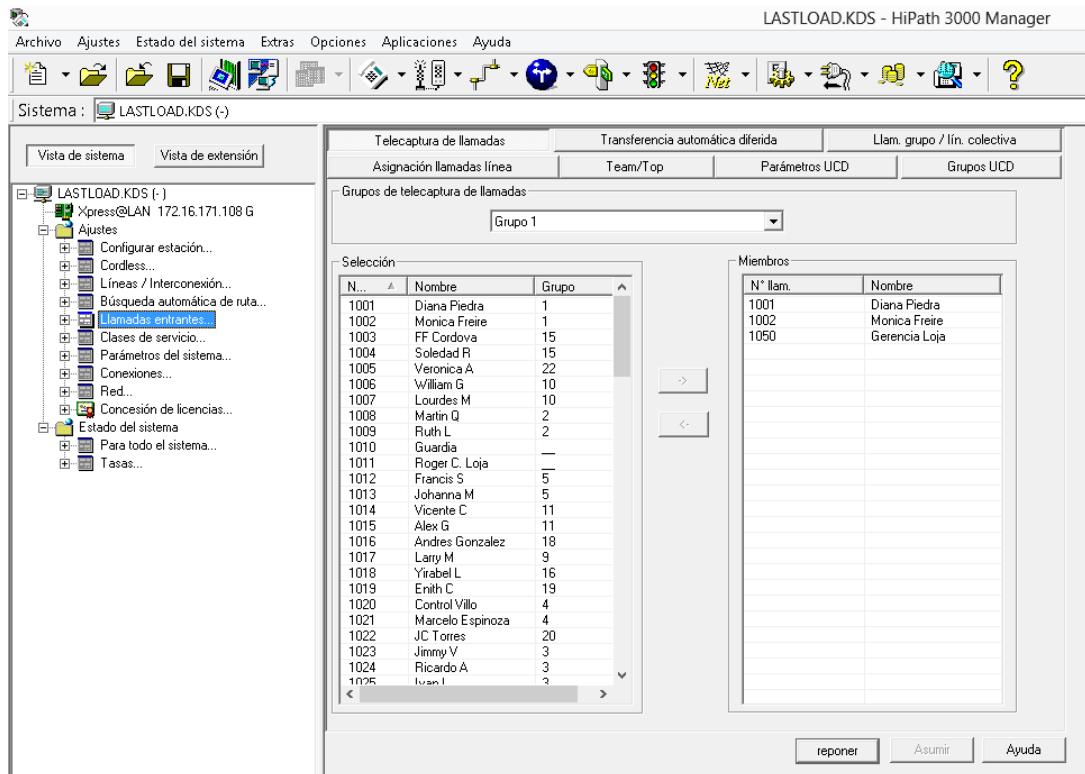


Fig. 2. 5 Llamadas entrantes, central HiPath 3800. Diseño de autor

2.2. BREVE HISTORIA

La telefonía IP permite fusionar la telefonía pública convencional con la red de datos PSTN, con significativos ahorros por llamadas de larga distancia.

Actualmente existen diversas empresas que ofrecen soluciones propietarias de servicios de telefonía IP (Cisco, Alcatel, Mitel, 3com etc.) y soluciones abiertas entre las cuales destacan OpenPBX, PBX4Linux, YATE, FreeSwitch y Asterisk (Elastix). [8]

Hace algunos años, las llamadas mediante VoIP eran de baja calidad, esto se vio superado por la tecnología actual y la proliferación de conexiones de banda ancha. [8]

2.3. MODELO TCP/IP



Fig. 2. 6 Modelo TCP / IP [6]

El modelo TCP/IP es un modelo de descripción de protocolos que permiten que un equipo pueda comunicarse en una red. TCP/IP provee conectividad de extremo a extremo especificando cómo los datos deberían ser formateados, direccionados, transmitidos, enrutados y recibidos por el destinatario. [10]

En la fig. 2.6 se pueden apreciar los 4 niveles de la arquitectura TCP/IP que se describen a continuación:

- **Acceso de red.** Es el nivel inferior consta de una capa de interfaz de red responsable de aceptar los datagramas IP y transmitirlos hacia una red específica. Define las características del medio, su naturaleza, el tipo de señales, la velocidad de transmisión, la codificación, etc., es la



responsable del intercambio de datos entre dos sistemas conectados a una misma red, además controla la interfaz entre un sistema final y una subred. [11]

- **Capa Internet._** La capa Internet maneja la comunicación de una máquina a otra en redes diferentes permitiendo que los datos viajen y atraviesen distintas redes interconectadas desde un origen hasta un destino. El principal protocolo utilizado es IP (Internet Protocol), que trabaja a nivel de red donde la información se envía en paquetes llamados paquetes IP; este protocolo es no orientado a conexión, por lo tanto no suministra fiabilidad, control de flujo o recuperación de errores, a este nivel, la consideración más importante es el ruteo de los paquetes, y evitar la congestión en la red. [8]
- **Capa de transporte._** La principal tarea de esta capa es proporcionar la comunicación entre un programa de aplicación y otro. Este tipo de comunicación se conoce frecuentemente como comunicación punto a punto. La capa de transporte regula el flujo de información. Brinda un transporte confiable, asegurando que los datos lleguen sin errores y en secuencia. [11] Esta capa, que está sobre la capa Internet en el modelo TCP/IP, equivalente a la capa de transporte en el modelo OSI, dentro de los protocolos de extremo a extremo tenemos TCP y UDP. [12]
- **TCP** garantiza que el flujo de bytes originado en una máquina se entregue sin errores en cualquier otra máquina de la red. Se secciona el flujo entrante de bytes, en mensajes de tamaño discreto y pasa cada porción a la capa Internet. En el destino, el proceso TCP receptor re ensambla los mensajes recibidos para formar el flujo de salida. TCP también se encarga de hacer control de flujo, de manera de que un emisor rápido no saturar a un receptor lento con exceso de mensajes. [12]



- **UDP** es un protocolo no orientado a la conexión y no confiable. Un protocolo no orientado a la conexión calcula la ruta que seguirá un paquete independientemente a los otros, para ello el software de protocolo de transporte tiene el lado de recepción enviando acuses de recibo de retorno y la parte de envío retransmitiendo los paquetes perdidos. [12]
- **Capa de aplicación.** En este nivel, los usuarios mantienen una comunicación entre procesos o aplicaciones en computadores distintos, contiene todos los protocolos de alto nivel. Cada programa de aplicación selecciona el tipo de transporte necesario, el cual puede ser una secuencia de mensajes individuales o un flujo continuo de octetos. El programa de aplicación pasa los datos en la forma requerida hacia el nivel de transporte para su entrega. [13]

2.4. VOZ SOBRE IP

Voz sobre IP o VoIP, es un conjunto de recursos que sirve para transportar el tráfico de voz en tiempo real usando la red de datos, por medio del protocolo IP (Internet Protocol). [13]

Las señales digitales actualmente, presentan mayores ventajas que las analógicas tales como la facilidad para multicanalizar, ágil señalización, baja relación señal-ruido y encriptación eficiente. Comparando el envío de voz de manera analógica con la digital se observa que al transmitir la voz por PSTN, en llamadas a larga distancia, es necesario implementar amplificadores que mejoren la señal, esto produce que también se amplifique el nivel de ruido de la línea, distorsionando la señal durante la transmisión. En cambio, en las redes digitales esto no ocurre, ya que los equipos de repetición y amplificación, entre sus funciones, filtran y la limpian del ruido de la línea antes de retransmitir la señal. [14]

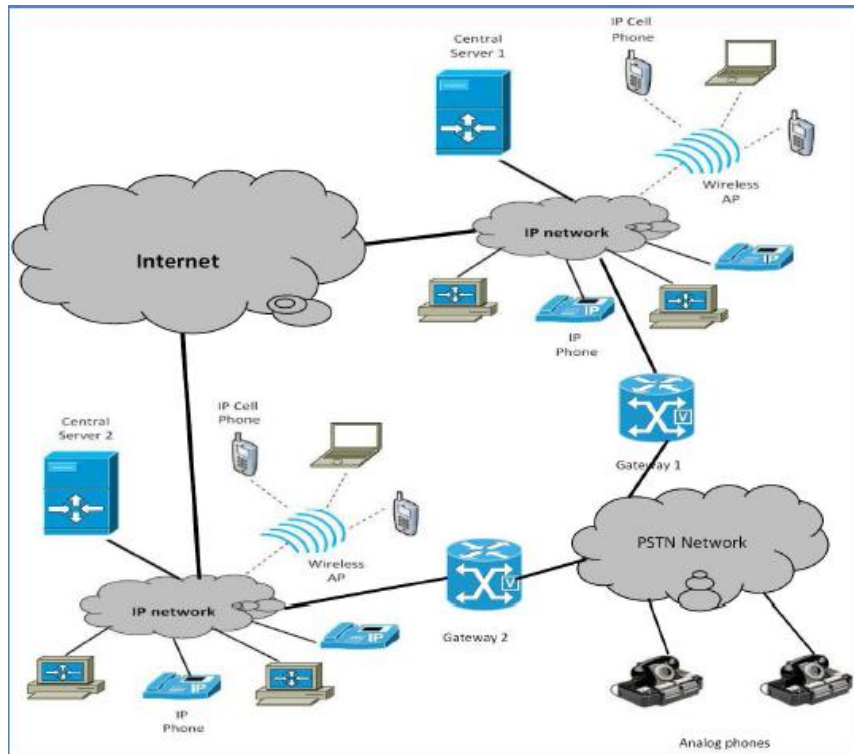


Fig. 2. 7: Redes Digitales [14]

2.4.1. Digitalización

La Digitalización es el proceso mediante el cual un mensaje se convierte en una sucesión de impulsos eléctricos, equivalente a dígitos combinados. [15]

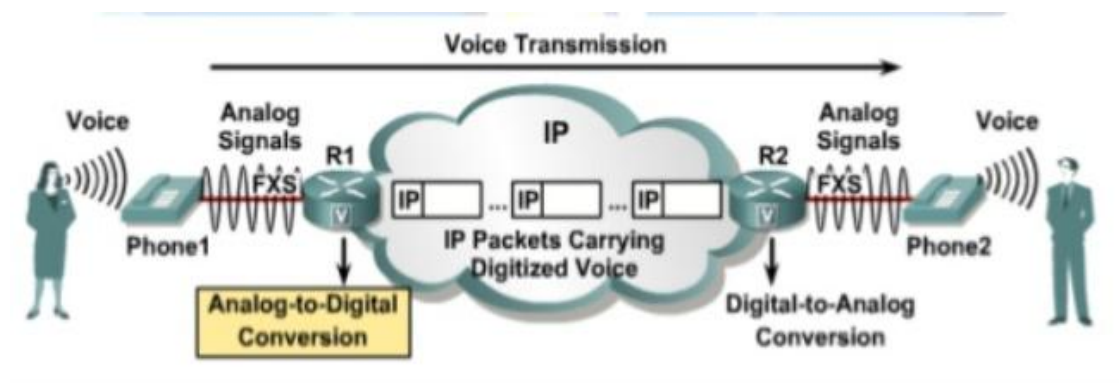


Fig. 2. 8: Digitalización de señales [13]

2.4.1.1. Codificación analógica y digital

La mayoría de los sistemas electrónicos contruidos, procesan señales digitales, pero el mundo es fundamentalmente analógico. [17]



Fig. 2. 9 Codificación de señales analógicas y digitales [14]

Por lo tanto, un sistema digital, debe tratar con señales analógicas en su punto de contacto con el mundo exterior.

2.4.1.2. Modulación por codificación de pulsos

Un codificador PCM tiene 3 pasos:

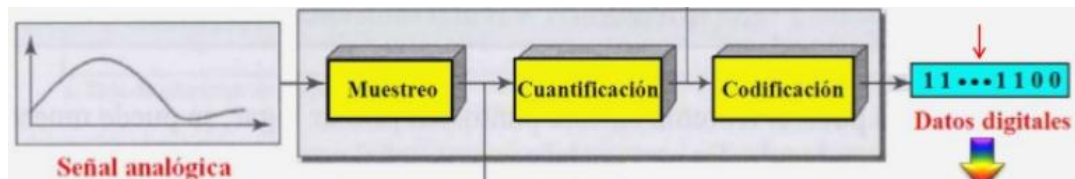


Fig. 2. 10 Codificador PCM [14]

MUESTREO.- Se toman muestras de la señal a intervalos de tiempo constante. Para transmitir una señal de frecuencia F a través de una línea, no se necesita enviar la señal completa; es suficiente enviar muestras de la señal tomadas a una frecuencia de muestreo f_m que sea mayor a dos veces el ancho de banda de la señal de entrada, para poder reconstruir la señal original a partir de las muestras tomadas. Si B es el

ancho de banda de la señal y f_m es la frecuencia de muestreo, el teorema puede expresarse de la siguiente forma: $F_m > 2B$, esto se conoce como Teorema de Nyquist - Shannon. [17]

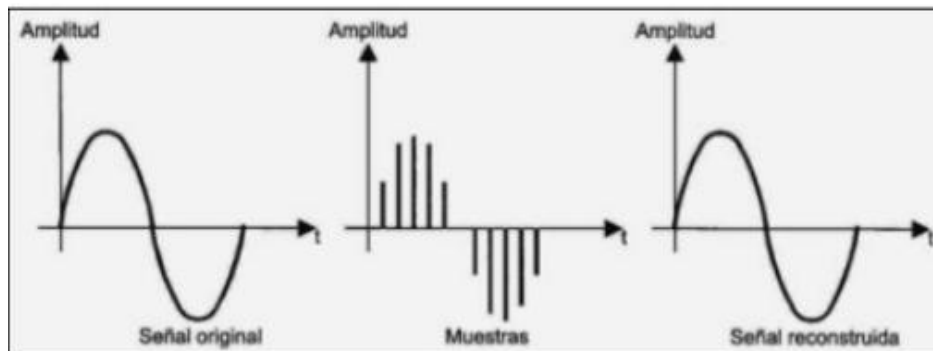


Fig. 2. 11 Muestreo de señales analógicas y digitales [14]

CUANTIFICACIÓN.- Paralelo al muestreo se realiza una cuantificación, que no es más que dividir el rango de amplitudes, en un número limitado de intervalos de cuantificación, de forma que las muestras que estén dentro de un mismo intervalo tome el mismo valor. [17]

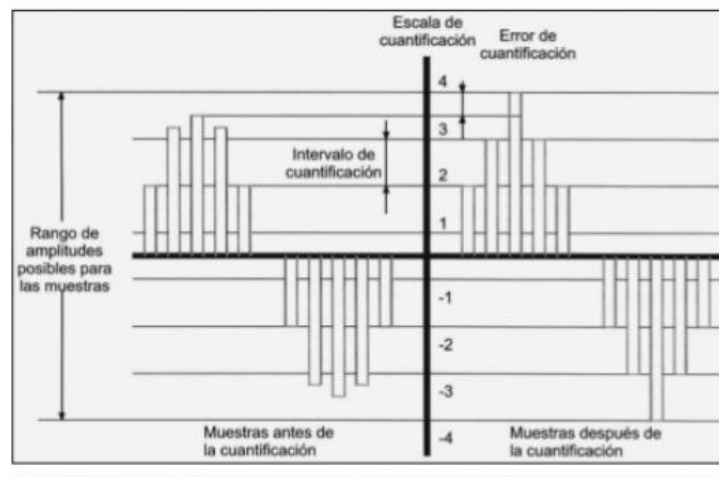


Fig. 2. 12 Cuantificación de señales analógicas y digitales [14]

CODIFICACIÓN.- A cada valor (muestra), se le asigna un código binario, es la última etapa en PCM. Se utiliza para reducir el ancho de banda y la componente continua de la señal, para lo cual se manejan diferentes

códigos los cuales son empleados en función del medio de transmisión. Como en la telefonía se utilizan 256 intervalos de cuantificación, se necesita secuencias binarias de 8 bits para representar una muestra cuantificada, que se denomina palabra PCM. [17]

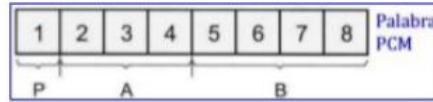


Fig. 2. 13 Codificación de señales analógicas y digitales

- **El primer bit P.-** indica la polaridad de la muestra; si es $P=1$ es positiva.
- **El grupo A de 3 bits.-** Identifica 8 segmentos para cada polaridad, en total 16.
- **El grupo B de 4 bits.-** identifica a los 16 intervalos posibles de cada segmento.

En la siguiente gráfica, se puede identificar el intervalo donde se sitúa la muestra codificada según la palabra PCM: 01011101.

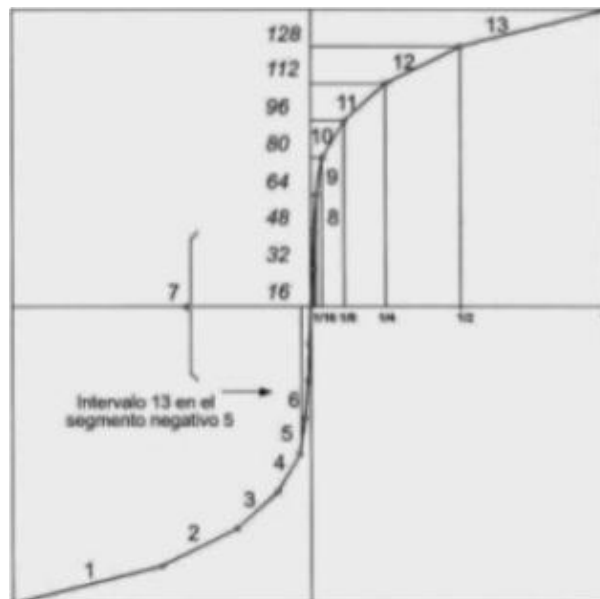


Fig. 2. 14 Muestra codificada. [14]

La tasa de bits se puede obtener utilizando la fórmula: Tasa de Bit= frecuencia de muestra x número de bits por muestra = $f_m \times N_b$. [17]

RECUPERACIÓN DE SEÑAL ORIGINAL.- La recuperación de la señal original requiere un decodificador PCM. [17]

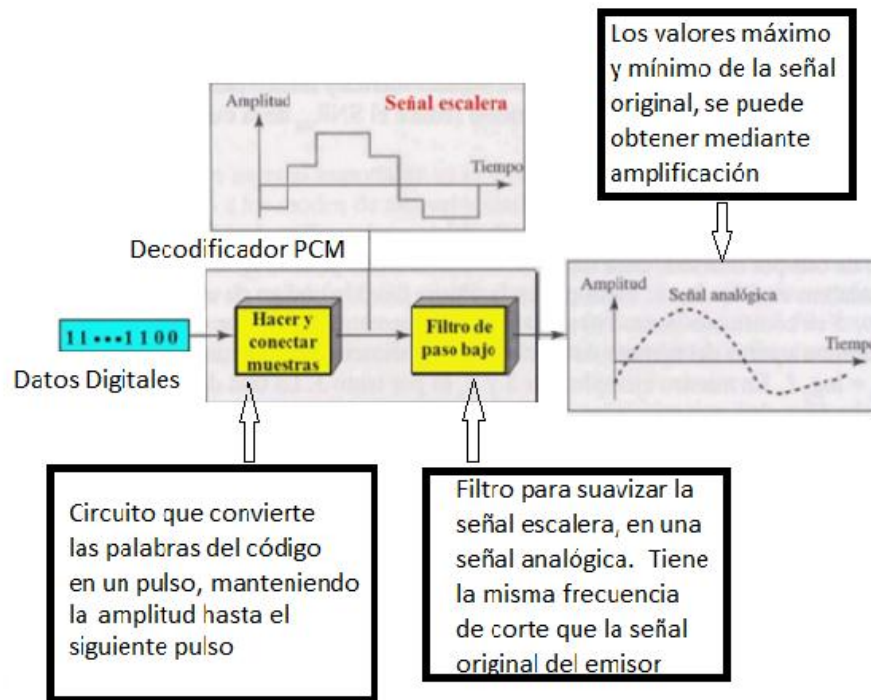


Fig. 2. 15 Recuperación de señal original. [14]

2.5 CÓDEC.

Es una abreviatura de Compresor-Descompresor que convierte las señales análogas a señales digitales y otro códec idéntico en el final de la comunicación convierte las señales digitales nuevamente en una señal análoga. En una red Voz sobre IP, el códec se utiliza para codificar la voz y transmitirla a través de redes IP. [18]



2.5.1 Códec de voz

La voz y el video para su transmisión por una red de datos, debe codificarse usando códec que garanticen la comprensión y codificación de audio y video para su posterior decodificación y descompresión antes de poder generar un sonido o imagen utilizable. Según el códec utilizado se utilizará más o menos cantidad de ancho de banda, siendo este proporcional a la calidad de los datos transmitidos.

Las principales características de los códec son: [19]

- **factor de compresión:** indica la reducción del ancho de banda, como resultado de la compresión de paquetes de datos para poder ser transmitidos. [19]
- **complejidad del algoritmo de codificación:** es directamente proporcional a la complejidad del proceso. Normalmente el algoritmo es más complejo al aumentar el factor de compresión del códec. [19]
- **calidad:** evaluada mediante el parámetro MOS (puntuación media de opinión) que se obtienen a partir de la valoración subjetiva de un conjunto de personas. [19]
- **retraso del procesamiento de un códec:** depende de la arquitectura y velocidad del procesador. En cualquier plataforma de hardware o software el retraso de procesamiento está correlacionado con la complejidad del procesamiento. El rendimiento está caracterizado en términos de millones de instrucciones por segundo (MIPS). [19]

A continuación, se describirá algunos de los códec más conocidos: G.711, G.726, G.728, G.722, G.7231 y G.729.



2.5.1.1. G.711 (u-law y a-law)

Es un estándar de la ITU-T, usa modulación PCM¹, es de alto consumo de ancho de banda (64 Kbps) y realmente no utiliza técnicas de compresión para la voz, por lo que es muy sencillo en cuanto a recursos de procesamiento se refiere. Ofrece la máxima calidad en comparación con cualquier otro códec de audio utilizado en VoIP. Tiene una frecuencia de muestreo de 8kHz y utiliza dos algoritmos; uno es la ley A (a-law) utilizado principalmente en los sistemas PCM europeos, y la ley μ (u-law) utilizado en los sistemas PCM americanos. [20]

El uso de G.711 para VoIP ofrece gran calidad debido a que no realiza compresión en la codificación, por lo que presenta el menor retardo típico del algoritmo de 0,125 ms, tiene prestaciones de sonido igual que un teléfono analógico, el inconveniente principal es que necesita mayor tasa de bits que otros códec, aproximadamente 64 kbps. En este protocolo existen dos algoritmos PLC (Packet Loss Concealment) y DTX (Discontinuous Transmission), que ayudan a ocultar pérdidas de transmisión en una red de paquetes y reducen el ancho de banda durante los periodos de silencio. [20]

2.5.1.2 G.722

El sistema de codificación utiliza modulación diferencial adaptativa por impulsos codificados (ADPCM), se lo conoce como sistema de codificación de audio (7khz) y trabaja a una tasa de 64 kbps. Describe las características de un sistema de codificación que puede utilizarse para una variedad de aplicaciones de mayor calidad de voz. [20]

En el sistema de codificación (ADPCM), la técnica utilizada es dividir la banda de frecuencias en dos sub-bandas (superior e inferior), y las

¹ PCM.- Pulse Code Modulation



señales en cada sub-banda se codifican utilizando SB-ADPCM. El sistema tiene tres modos básicos de funcionamiento, correspondientes a las velocidades binarias utilizadas para la codificación de audio de 7 kHz: Codificando el audio a tasas de 64, 56 y 48 kbps. Los dos últimos modos permiten obtener, respectivamente, un canal de datos auxiliar de 8 kbit/s o de 16 kbit/s, que se proporciona dentro de los 64 kbit/s mediante el uso de bits de la sub-banda inferior. [20]

2.5.1.3 G.723.1

G.723.1 requiere una velocidad de transmisión muy baja ofreciendo una calidad de audio buena. Este códec presenta dos tipos diferentes de compresión: el primero utiliza el algoritmo de compresión ACELP y tiene una tasa de bit de 5.3 kbps, y el segundo utiliza el algoritmo MP-MLQ 2 y proporciona una mejor calidad de sonido con una tasa de bit de 6.3 kbps. [20] La Frecuencia de muestreo de 8Khz (240 muestras por tramas de 30ms) y Retardo del algoritmo 37.5 ms por trama G.723.1. Esta recomendación detalla una representación codificada que se puede utilizar para comprimir el discurso u otra señal de audio componente de servicios multimedia a una velocidad de bits baja. En el diseño de este codificador, la principal aplicación considerada fue muy baja velocidad de bits de telefonía visual como parte de la familia de normas H.324 general. [20]

2.5.1.4 G.726

Es un códec de voz ADPCM3 (Adaptative Differential Pulse Code Modulation), estándar ITU-T, que cubre la transmisión de voz a tasas de 16, 24, 32 y 40 kbps. G.726, fue creado para reemplazar a G.721 que cubría ADPCM a 32 kbps y G.723 que cubrió ADPCM también a 24 y 40 kbps, G.726 introdujo una nueva tasa de 16 kbps. [20]

² MP-MLQ (Multi-Pulse Maximum Likelihood Quantization) .- Cuantificación de probabilidad máxima de multiimpulso

³ ADPCM.- Adaptative Differential Pulse Code Modulation



La frecuencia de muestreo es de 8 kHz, genera una corriente de bits, por lo tanto el tamaño de trama es determinada por la paquetización (típicamente 80 muestras por una trama de 10 ms) y el algoritmo tiene un retardo de 0.125 ms. [20]

El más usado comúnmente es a 32 kbps, debido a que utiliza la mitad de la tasa del códec G.711, aumentando la capacidad de ancho de banda de red en un 100%. Es utilizada en las troncales PBX telefónicas. [20]

2.5.1.5 G.728

G.728 fue diseñado especialmente para aplicaciones de baja latencia. Utiliza un algoritmo de codificación LD-CELP (Low-Delay Code Excited Linear Prediction), codifica una señal de audio para ser transmitida a 16 Kbps. Es utilizada en sistemas de videoconferencia que funcionan a 56 Kbps o 64 Kbps. Con un requisito de ordenador más alto, el G.728 proporciona la misma calidad del G.711 a un cuarto de su velocidad de transmisión. [20]

Es un sistema que tiene un retardo de algoritmo de 0,625 ms, bajo condiciones donde no existen errores en la transmisión. [20]

2.5.1.6 G.729

G.729 es un algoritmo de compresión de datos de audio para voz que comprime audio de voz en tramas de 10 milisegundos. No puede transportar tonos como DTMF4 o fax.

G.729 se usa mayoritariamente en aplicaciones de Voz sobre IP por sus bajos requerimientos en ancho de banda. Utiliza una técnica conocida

4 DTMF.- Dual-Tone Multi-Frequency.- Sistema Multifrecuencia



como CS-ACELP5, la cual reduce el tamaño de la señal de entrada en una razón de 8:1 con una calidad similar al códec GSM. [21]

Existe varias extensiones de este códec: G.729^a, G.729B, G.729.1.

G.729^a requiere una potencia de ordenador más baja que G.729 y G.723.1. Tanto G.729 como G.729^a tienen un tiempo de procesamiento más bajo que G.723.1. El algoritmo tiene un retardo de 15 ms. [21]

G.729B, utiliza compresión de silencio, mediante un módulo VAD6 detecta la actividad de voz y no transmite los silencios.

G.729.1, suministra soporte para conversación de banda ancha y codificación de audio, el rango de frecuencia acústica se extiende a 50Hz – 70kHz. Las aplicaciones que utilizan el códec G.729 incluyen telefonía digital, comunicaciones vía satélite y wireless, y Voz sobre Frame Relay (VoFR). [21]

El uso de aplicaciones usando este códec requiere una licencia. Sin embargo existen implementaciones gratuitas para uso no comercial. [21]

2.5.1.7 ILBC (Internet Low Bit rate Codec)

Se trata de un códec Open Source libre y gratuito, trabaja con anchos de banda muy reducidos, los cuales dependen del tamaño de muestra utilizada (20 o 30 ms). Trabajando con bloques de 20 ms, su velocidad es de apenas 15.20 kbps (303 bits empaquetados en 38 bytes), mientras que con 30 ms se reduce aún más, llegando a los 13.33 Kbps (399 bits en 50

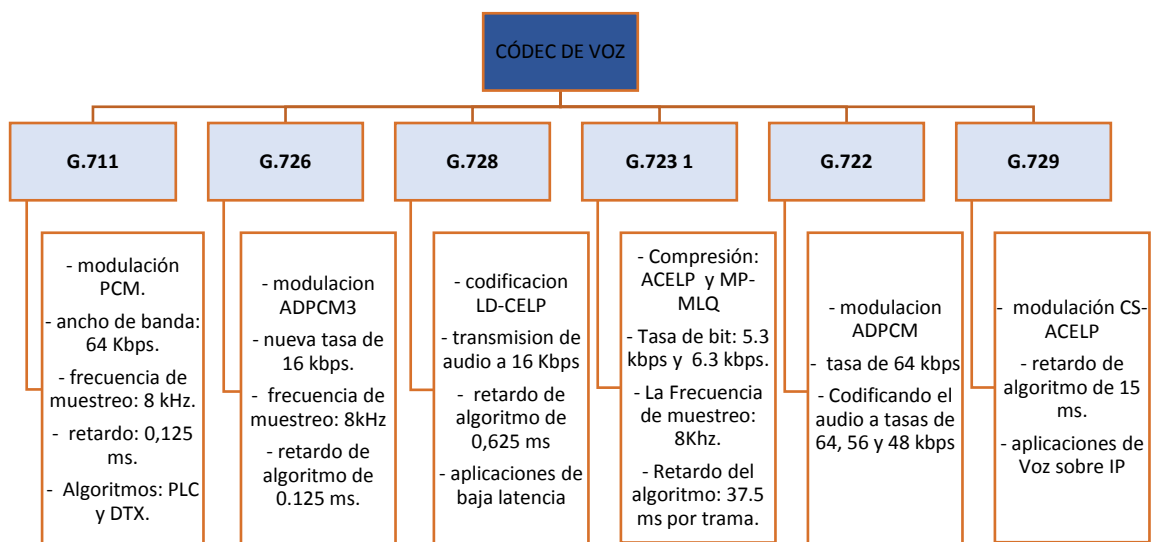
5 CS-ACELP.- Conjugate Structure Algebraic ACELP.- Estructura Conjugada ACELP (Predicción Lineal de Código estimulado Algebraico)

bytes). La señal de voz es muestreada a 8 kHz., y el algoritmo usa una codificación predictiva lineal (LPC). [21]

Una de las características importantes, es que permite degradación suave de la voz, ocasionada por pérdida o retraso de paquetes, presentando mejor calidad que los códec G.729 y G.723.1, siendo más robusto cuando existe perdida de paquetes. [26]

Entre sus desventajas es un códec reciente, por lo que su soporte en dispositivos comerciales es muy reducido, además de su complejidad, y el reducido consumo de ancho de banda que requiere una gran cantidad de procesamiento, por lo que mantener numerosas llamadas concurrentes con este códec puede ocasionar el agotamiento de ciclos del procesador fácilmente. [26]

2.5.1.8 Cuadro Resumen de códec de voz



2.6. PROTOCOLOS Y ESTÁNDARES DE VoIP

2.6.1 Protocolos de señalización

Los protocolos de señalización en VoIP cumplen funciones similares a sus homólogos en la telefonía tradicional, es decir el establecimiento de sesión, control del progreso de la llamada, localización de usuarios y negociación de sesión, se encuentran en la capa 5 del modelo OSI, es decir en la capa de Sesión. [22]

La telefonía IP necesita protocolos de señalización entre los diferentes elementos que constituyen la red VoIP: terminales, servidores de llamadas, pasarelas entre VoIP y red telefónica convencional. [22]

Existen algunos protocolos de señalización, que se utilizan para aplicaciones en tiempo real y multiusuario, entre ellos:

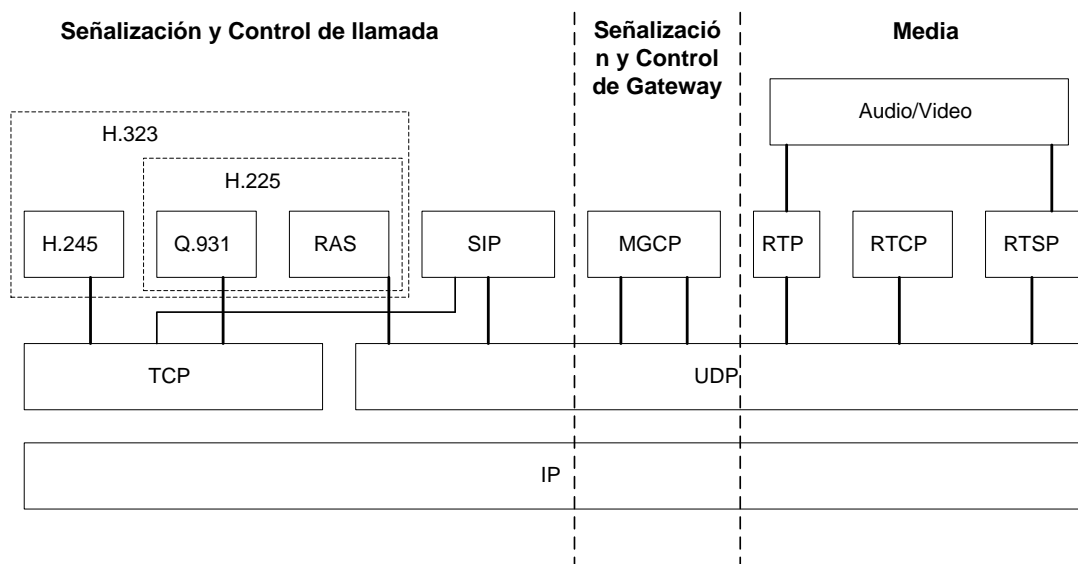


Fig. 2. 16 Protocolos de señalización. Diseño de autor

- **H.323:** es una recomendación ITU que define los Sistemas de Comunicaciones Multimedia basados en paquetes. En otras



palabras, H.323 define una arquitectura distribuida para crear aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP.[22]

- **H.248:** es una recomendación ITU que define el protocolo de Control Gateway. H.248 es el resultado de una colaboración conjunta entre la ITU y la IETF. Es también referido como IETF RFC 2885 (MEGACO), el cual define una arquitectura centralizada para crear aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP. [22]
- **H.245:** Es el protocolo de control de llamada para comunicaciones multimedia que utiliza el H.323. Es una señalización que debe realizarse en paralelo con H.225.0 (paquetización, sincronización y señalización) y, preferiblemente, antes del mensaje Connect (si no, podrían perderse algunos de los datos transmitidos). H.245 controla la sesión multimedia, encargándose de [24]:
 - El intercambio de capacidades de los terminales.
 - La determinación del maestro y el esclavo de la comunicación.
 - El control y composición de la señalización de canal lógico.
- **Q.931** sirve para establecer la primera conexión entre dos terminales. Todos los mensajes tendrán una cabecera Q.931, la cual incluye un octeto discriminador de protocolo (0x08), tres octetos para definir el identificador de llamada CRV (0x02, HH y LL, donde 0x02 representa la longitud del CRV, y HH y LL son los dos octetos del CRV en network byte order) y un último octeto con el que se indica el tipo de mensaje.[24]
- **RAS** Señalización para comunicaciones con un Gatekeeper, y soporte para RTP/RTCP para la secuenciación de paquetes de audio y de vídeo. Protocolo de comunicaciones que permite a una



estación H.323 localizar otra estación H.323 a través del Gatekeeper. [24]

- **SIP:** Es un protocolo de la IETF (Internet Engineering Task Force) también conocido como la IETF RFC 2543, define una arquitectura distribuida para crear aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP, es usado como protocolo de señalización a nivel de aplicación para establecer, mantener y liberar sesiones multimedia, este no define el tipo de sesión que se va a establecer soporta sesiones de juegos, audio y videoconferencia, permite el uso de direcciones E1647 [25]. SIP soporta 5 elementos funcionales para el establecimiento y terminación de comunicaciones multimedia:

- Localización de usuarios.
- Intercambio / negociación de capacidades de los terminales.
- Disponibilidad de usuarios.
- Establecimiento de llamada.

Gestión de llamada.- Los clientes SIP envían peticiones (Requests Messages) a un servidor, el cual una vez procesada contesta con una respuesta (Response Messages). Los terminales SIP pueden generar tanto peticiones como respuestas al estar formados por el denominado cliente del agente de usuario (UAC⁸) y servidor del agente de usuario (UAS⁹). [25]

La arquitectura SIP define cuatro tipos de servidores:

Servidor Proxy.- Se encarga de encaminar peticiones/respuestas hacia el destino final. El encaminamiento se realiza salto a salto de un servidor

⁷E164 Plan de numeración internacional.

⁸ UAC: Cliente de Agente de Usuario

⁹ UAS: Servidor de Agente de Usuario



a otro hasta alcanzar el destino final, para estos casos, existe un parámetro incluido en las peticiones/respuestas denominado Vía que incluye los sistemas intermedios que han participado en el proceso de encaminamiento. Esto evita bucles y permite forzar que las respuestas sigan el mismo camino que las peticiones. [22]

Servidor de Redirección. Realiza una función equivalente al servidor proxy, pero a diferencia de éste no progresa la llamada, sino que contesta a un INVITE con un mensaje de redirección, indicándole en el mismo como contactar con el destino. [25]

Servidor de Registro. Mantienen la localización actual de un usuario. Se utiliza para que los terminales registren la localización en la que se encuentran. Este servidor facilita la movilidad de usuarios, al actualizar dinámicamente la misma. Agente de Llamada (Call Agent). Realiza las funciones de los tres servidores anteriores, además de poder realizar las siguientes acciones [25]:

- Localizar a un usuario mediante la redirección de la llamada a una o varias localizaciones.
- Implementar servicios de redirección como reenvío si ocupado, reenvío si no contesta, etc.
- Implementar filtrado de llamada en función del origen o del instante de la llamada.
- Almacenar información de administración de llamadas.
- Realizar cualquier otra función de gestión.

Las direcciones SIP son identificadas mediante los denominados URI¹⁰, que sigue la estructura user@host, donde user corresponde con un

¹⁰ URL: Uniform Resource Identifiers

nombre, identificador o número telefónico y host es el dominio al que pertenece el usuario o dirección de red. [25]

En la fig 2.17 se muestra un ejemplo de interacción entre servidores SIP.

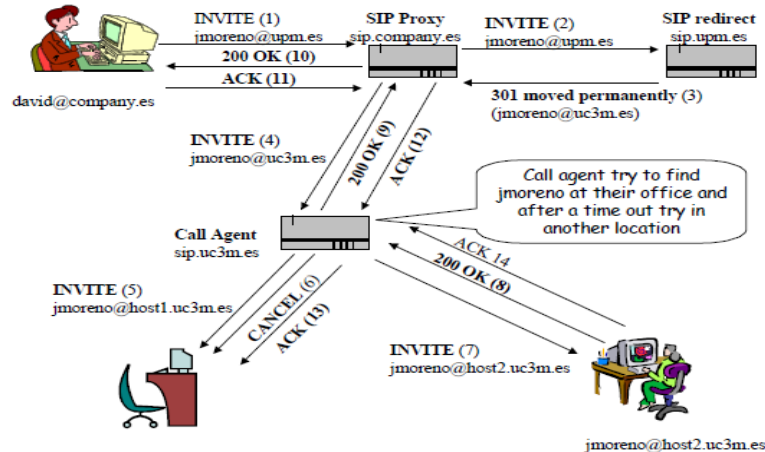


Fig. 2. 17 Ejemplo de Servidores SIP. [23]

La principal característica de SIP frente a H.323 es su simplicidad. Mientras H.323v1 necesita 5 o 6 intercambios de información entre los destinatarios antes de establecer una conexión, SIP requiere únicamente uno y puede ser transmitido por TCP o UDP. Estos aspectos fueron introducidos en la versión 2 y 3 del protocolo H.323. [26]

2.6.2. PROTOCOLOS DE TRANSPORTE VoIP

2.6.2.1. Protocolo de transporte en tiempo real (RTP)

Regula el intercambio de información en diferentes formatos (audio y video). también conocido como la IETF RFC 1889, define un protocolo de transporte para aplicaciones en tiempo real. Específicamente, RTP provee el transporte para llevar la porción audio/media de la comunicación VoIP, es usado por todos los protocolos de señalización VoIP. [26]

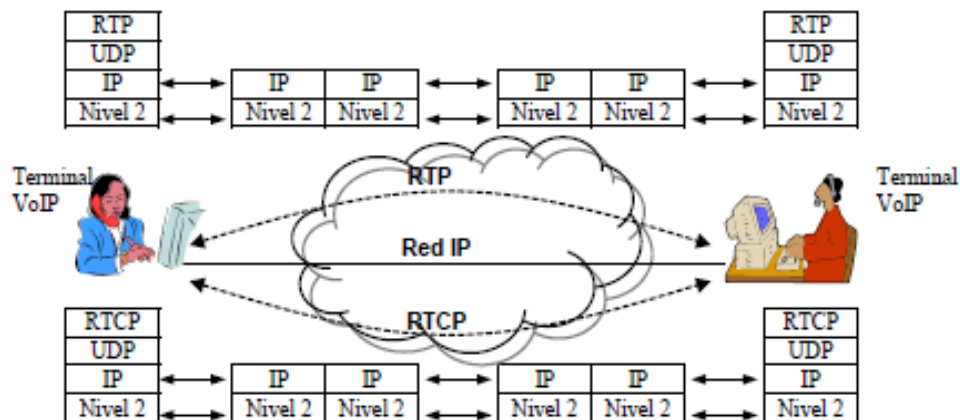


Fig. 2. 18 Trafico RTP Y RTCP a través de la Red. [24]

En la fig. 2.18 se presenta la arquitectura de protocolos empleada en el intercambio de voz o video entre dos terminales VoIP conectados a través de la red IP. El flujo de paquetes RTP (en los que se incluyen los bloques de voz o video) se transportan mediante paquetes UDP. Para el intercambio de paquetes RTP, la norma establece los puertos UDP pares, elegidos de manera independiente en cada extremo de la comunicación. Para notificar al extremo remoto el puerto local seleccionado se utiliza un mecanismo de señalización que queda fuera del ámbito de la RFC 1889 (por ejemplo H323 o SIP). [26]

RTP reconoce la parte superior del UDP e IP. Maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción. En el protocolo RTP se asume la existencia de imperfecciones en la red (pérdidas y retardos) y la posibilidad de variación de las características de la red durante la comunicación. [26]

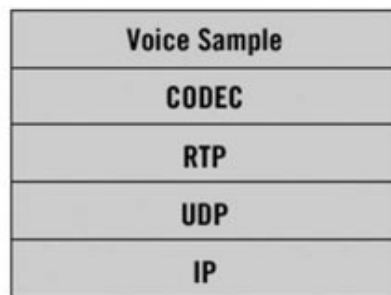


Fig. 2. 19 Arquitectura de protocolos. [23]

Cada paquete RTP contiene una muestra pequeña de la conversación de voz. El tamaño del paquete y el tamaño de la muestra de voz, dentro de dicho paquete, dependerán del CODEC utilizado. En la fig 2.19 se muestra la pila de protocolos RTP. [26]

La cabecera RTP se compone de 12 octetos, a los que hay que sumar los 8 de la cabecera UDP y los 20 de la IP. Los octetos de los niveles inferiores dependen de la tecnología concreta utilizada. [26]

En algunos casos el transporte de voz sobre IP puede ser muy ineficiente por lo que se recurre a varios métodos para reducir el ancho de banda entre ellos tenemos la supresión del silencios y la compresión de cabeceras. Para la compresión de cabeceras se utiliza una variante de RTP, llamada RTP comprimido (cRTP ver fig. 2.20), el cual es muy utilizado en enlaces WAN, especialmente en enlaces punto a punto. La consecuencia de cRTP, es similar a cualquier forma de compresión, es que necesita más ciclos de procesado en el router para tratar el paquete. [26]

El router debe recrear cada cabecera tan pronto llegue el paquete IP, y de esta forma, la información es enrutada a través de la LAN hasta el teléfono IP. Puede reducir las cabeceras de IP/UTP/RTP de 40 Bytes a 2 o 4 Bytes. [26]

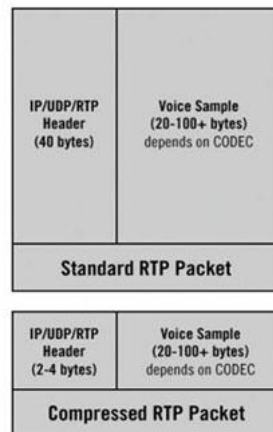


Fig. 2. 20 Protocolos RTP/Crtp. [23]

Entre las principales funciones está el Identificar el tipo de carga del paquete (payload). Puede ser un formato de audio o video, enumerar el paquete e indicar el instante en que se generó el paquete (time stamp). [26]

2.6.2.2. Formato de trama RTP

Los paquetes RTP transportan la información (bloques de audio o tramas de video) y una cabecera que permite la reconstrucción del flujo de datos en el receptor. En la fig. 2.21 se presenta la estructura de una trama RTP. [26]

Byte 1				Byte 2		Byte 3	Byte 4
V=2	P	X	CC	M	PT	Número de Secuencia	
Timestamp							
Synchronization Source (SSRC)							
Contributing Source (CSRC)							
Extensión (opcional dependiendo del bit X)							
Data...							

Fig. 2. 21 Estructura de la trama RTP. [23]



V (versión, 2bits): Versión del protocolo RTP (la versión definida en la RFC 1889 es la 2). [26]

P (relleno, 1 bit): es un bit que indica si hay relleno al final de la data o no. Si el bit $P=1$ indica que se ha incluido relleno al contenido del paquete. El relleno no es otra cosa que bytes adicionales al final del payload. [26]

X (extensión, 1 bit): o extensión es un bit que indica si hay extensión del encabezado.

CC (Cuenta de CSRC, 4 bits): es un identificador de 4 bits que indica el conteo CSRC

M (marca, 1bit): La interpretación de este campo depende del campo PT (tipo de carga útil). [26]

PT (tipo de carga, 7 bits): tipo de carga útil (Payload Type). Existen códigos normalizados que se han definido para distintos tipos de códecs de audio o video. Indica el tipo de carga útil que contiene este paquete RTP. Ejemplos de tipos son G729, GSM, PCMU (G711 u-law), entre otros. [26]

SN (número de secuencia, 16 bits): es un número entero que identifica cada paquete del presente flujo de datos. Aumenta una unidad en cada paquete transmitido. Permite la detección de pérdida de paquetes en destino. [26]

Timestamp (instante de muestreo, 32 bits): representa el instante de tiempo (en formato timestamp) en el que se comenzó a muestrear la data que está siendo transmitida en el payload. [26]



SSRC (identificador de fuente, 32 bits): identifica la fuente que envía el paquete RTP. Identifica la fuente de sincronización ya que el mismo equipo puede estar “hablando” con diferentes fuentes de paquetes RTP. Es un número aleatorio de 32 bits por lo que hay la posibilidad (aunque la probabilidad es baja) de que este número se repita entre dos fuentes. Existen mecanismos para resolver este problema. [26]

CSRC (identificador de contribuidores, de 0 a 15 identificadores de 32 bits cada uno): Identificadores de las fuentes que envían la mezcla incluida en la carga útil. Hay tantos identificadores como se indique en el campo CC. Identifica las fuentes contribuyentes para el payload. Después de la cabecera vienen los datos. [26]

2.6.2.3. Protocolo de control de transporte en tiempo real (RTCP)

RTCP (Real-Time Transport Control Protocol) es un protocolo de control asociado con RTP, que mide los desempeños pero no ofrece garantías, regula el intercambio de mensajes de control entre los participantes en una sesión multimedia los paquetes RTCP se intercambian de manera periódica, esta información se refiere, fundamentalmente, a la calidad de servicio con que se está desarrollando la comunicación: retardo jitter, tasa de paquetes recibidos y perdidos. [26]

Se utiliza principalmente para detectar situaciones de congestión de la red y tomar, en su caso, acciones correctoras, como utilizar un códec con menor tasa. La utilización de RTCP consume un ancho de banda añadido al RTP. Supone entre 1 y 5% del ancho de banda de RTP.[26]

2.6.2.4 Establecimiento de llamada

Para iniciar una llamada el equipo que la inicia (equipo A) le envía un mensaje NEW al equipo B y éste último responde con un mensaje

ACCEPT. Luego de esto obviamente el equipo destino timbrará en espera de que el usuario conteste. Si esto sucede, el equipo B enviará un mensaje ANSWER al equipo A para notificar que el usuario contestó. (Ver fig. 2.22) [26]

1. Llamada en curso

Si se contestó la llamada se inicia el intercambio de audio mediante unos paquetes llamados frames que estudiaremos más adelante. Estos frames se envían dentro del mismo flujo de comunicación que la señalización inicial. [26]

2. Colgado

Para terminar la llamada cualquiera de las partes involucradas debe enviar un mensaje HANGUP. (Ver fig. 2.23) [26]

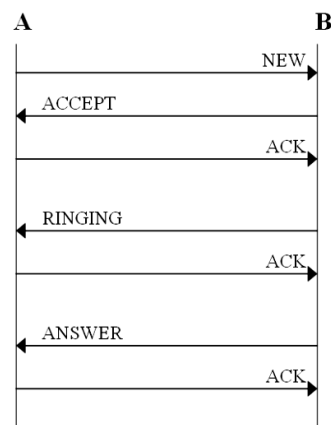


Fig. 2. 22 Establecimiento de una llamada entre dos puntos A y B. [23]

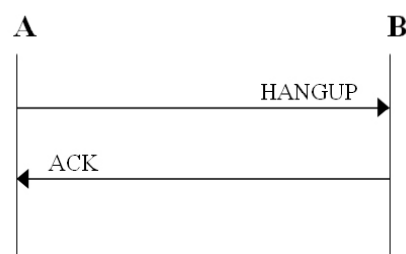


Fig. 2. 23 Colgado de una llamada IAX. [23]



2.6.2.5. MEGACO y MGCP (Media Gateway Control Protocol)

H.323 y SIP se desarrollaron teniendo como objetivo el desarrollo de terminales que estuvieran directamente conectados a la red IP e intercambiaran tráfico de voz directamente entre sí o bien con terminales tradicionales (conectados a redes conmutadas) mediante el uso de pasarelas. El objetivo inicial de MEGACO fue la utilización de redes de paquetes como backbone para la transmisión de tráfico de voz originado por redes tradicionales. Los operadores tradicionales fueron uno de los que mayor interés han mostrado en esta propuesta, pensando en integrar progresivamente sus redes de telefonía basadas en conmutación de circuitos y sus redes de datos basadas en conmutación de paquetes en una red homogénea que transportará ambos tipos de tráfico (voz y datos) y que fuera transparente a los usuarios finales. [26]

MGCP es un protocolo cliente/servidor que controla el intercambio de información entre MG y MGC. Este protocolo está basado en un modelo cliente/servidor, mientras que SIP y H.323 están basados en un modelo peer-to-peer. Este estándar está descrito en [RFC2705], donde se menciona que “este protocolo está diseñado para usarse en un sistema distribuido que se ve desde afuera como un solo *Gateway VoIP*”. MGCP al igual que SIP usa el Protocolo de Descripción de Sesión (SDP) para escribir y negociar capacidades de media. Su funcionalidad es similar a la capacidad H.245 de H.323. Ha sido propuesto en distintos organismos de estandarización como el grupo de trabajo MEGACO del IETF y la ITU-T donde se ha denominado H.248. [26]

2.6.2.6. SCCP (Skinny Client Control Protocol)

Protocolo propietario de Cisco, se basa en un modelo cliente/servidor en el cual toda la inteligencia se deja en manos del servidor (*Call Manager*). Los clientes son los teléfonos IP, que no necesitan mucha memoria ni



procesamiento [RAM2005]. El servidor es el que aprende las capacidades de los clientes, controla el establecimiento de la llamada, envía señales de notificación, reacciona a señales del cliente (por ejemplo cuando se presiona el botón de directorio). El servidor usa SCCP para comunicarse con los clientes, y si la llamada sale por un *gateway*, usa H.323, MGCP o SIP. [26]

2.7. FACTORES QUE DEFINEN CALIDAD DE SERVICIO

Los principales problemas en cuanto a la calidad del servicio (QoS) de una red de VoIP, son la Latencia, el Jitter, la pérdida de paquetes y el Eco. Cuando mejor se conoce los problemas que se producen y sus posibles soluciones mayor calidad se dispondrá. Estos problemas vienen derivados de dos factores principalmente: [26]

- a) Internet es un sistema basado en conmutación de paquetes y por tanto la información no viaja siempre por el mismo camino. Esto produce efectos como la pérdida de paquetes o el jitter. [26]
- b) Las comunicaciones VoIP son en tiempo real, cuyos efectos como el eco produzcan pérdidas de paquetes y el retardo o latencia, siendo estos perjudiciales, los cuales deben ser evitados. [26]

2.7.1. Latencia

A la latencia también se la llama retardo. No es un problema específico de las redes no orientadas a conexión y por tanto de la VoIP. Es un problema general de las redes de telecomunicación. La latencia se define técnicamente en VoIP como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde la fuente al destino. Es un problema frecuente que se producen en enlaces lentos o congestionados. [26]



El retardo de extremo a extremo debe ser inferior a 150 ms, esta recomendación se encuentra ligada a la capacidad auditiva de los humanos, que son capaces de detectar retardos de 200 a 250 ms. [26]

Se puede controlar intentando reservar un ancho de banda de origen a destino o señalar los paquetes con valores utilizando equipos que puedan priorizar la transferencia de paquetes que son transmitidos en tiempo real. Si el problema de la latencia está en nuestra propia red interna podemos aumentar el ancho de banda o velocidad del enlace o priorizar esos paquetes dentro de nuestra red. [26]

2.7.2. Fluctuación de retardo (Jitter)

El Jitter es un efecto de las redes de datos no orientadas a conexión y basadas en conmutación de paquetes. Como la información se discretiza en paquetes cada uno de los paquetes puede seguir una ruta distinta para llegar al destino. El Jitter se define técnicamente como la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino. [26]

Las comunicaciones en tiempo real (como VoIP) son especialmente sensibles a este efecto. En general, es un problema frecuente en enlaces lentos o congestionados. El valor recomendado para el jitter es menor o igual a 100 ms para tener una comunicación sin molestias. Si el jitter es mayor debe ser minimizado utilizando algunas técnicas. Entre las soluciones más destacadas se encuentra la utilización de un “Jitter buffer” cuya función es almacenar los paquetes que llegan en distintos intervalos y luego de un tiempo determinado empezar a ensamblar los paquetes. Esto implica un retardo que puede ser configurado de acuerdo a la necesidad, a mayor capacidad del buffer se logra menos pérdidas de paquetes pero mayor retardo. [26]



También se puede solucionar incrementando el ancho de banda del enlace, esto se lo puede hacer muy fácilmente en un *backbone*, pero en los enlaces WAN es menos factible. Una mejor solución es la formación de colas para dar prioridad al tráfico de voz sobre el de datos. [26]

2.7.3. Pérdidas de paquetes

Es la tasa de pérdida de paquetes. Representa el porcentaje de paquetes transmitidos que se descartan en la red. Estos descartes pueden darse por sobrepasar la capacidad de un *buffer* de una interfaz en momentos de congestión, debido a una considerable tasa de error en alguno de los medios de enlace o por descartes de paquetes que no han llegado a tiempo en el receptor. Los paquetes perdidos son retransmitidos en aplicaciones que no son de tiempo real; en cambio para telefonía, no pueden ser recuperados y se produce una distorsión vocal. La pérdida de paquetes, no debe ser superior al 5%. [26]

Para combatir las ráfagas de paquetes perdidos se utiliza la técnica de interpolación llamada Packet Loss Concealment (PLC). Esta técnica se basa en las muestras de voz previas, en la que el decodificador predice las tramas de voz, consideradas perdidas.

Si las pérdidas no son demasiadas grandes, y si la señal no es muy cambiante las pérdidas pueden ser inaudibles después de aplicar el PLC. Por esta razón algunos códecs tienen algoritmos PLC contruidos dentro de sus estándares por ejemplo el ITU-T G.711 al igual que otros basados en CELP tales como G.723.1, G.728 y G.729. Una técnica muy eficaz en redes con congestión o de baja velocidad es no transmitir los silencios. Gran parte de las conversaciones están llenas de momentos de silencio. Si solo transmitimos cuando haya información audible liberamos bastante los enlaces y evitamos fenómenos de congestión. [26]



2.7.4. ECO

Es el tiempo transcurrido desde que se habla hasta que se percibe el retorno de la propia voz. Si la demora de retorno es menor a 30 ms, con una atenuación de 25 a 30 dB, el efecto del eco no es percibido. Dado que las demoras de voz sobre redes de datos son altas, puede existir eco. El eco es especialmente molesto cuanto mayor es el retardo y cuanto mayor es su intensidad, con lo cual se convierte en un problema en VoIP puesto que los retardos suelen ser mayores en la red de paquetes (codificación, empaquetado, transporte y espera en los nodos) que en la telefonía tradicional. [26]

El eco se produce por un fenómeno técnico que es la conversión de 2 a 4 hilos de los sistemas telefónicos (Eco Eléctrico) o por un retorno de la señal que se escucha por los altavoces y regresa por el micrófono (Eco Acústico se produce en entorno de telefonía IP con PC). [26]

Eco eléctrico: el bucle telefónico convencional consta de un par de hilos sobre los que se transmite de manera bidireccional. En el teléfono y en las centrales telefónicas se separan los dos sentidos de transmisión mediante bobinas híbridas. Como la separación de señales no es completa, aparecen reflejos indeseados de las señales hacia los focos emisores. De todas las posibles reflexiones, la más molesta es la que presenta mayor desfase temporal con respecto a la señal original. [26]

Eco acústico: es el que se produce por acoplo entre el altavoz y el micrófono.

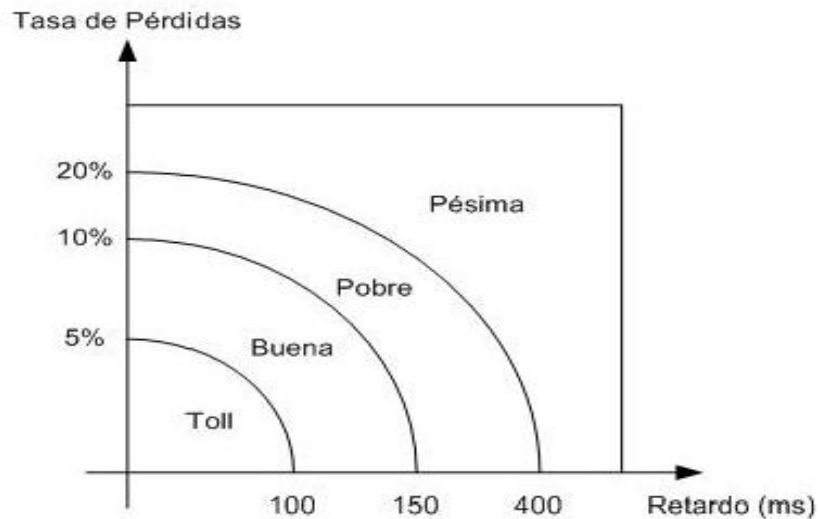


Fig. 2. 24 Calidad de Voz. [23]

Para ayudar a reducir y/o eliminar este factor, se utilizan los supresores de eco y los canceladores de eco. El primero convierte la comunicación en half duplex momentáneamente para evitar que la información transmitida sea retornada por su propio canal; mientras que el segundo utiliza una técnica de predicción utilizando parte de la información transmitida la cual compara con el canal de llegada, si se escucha lo mismo que se transmitió simplemente la señal se filtra, necesariamente ésta técnica necesita de un mayor procesamiento. [26] En la fig. 2.24 se muestra el gráfico de la clasificación de la calidad de voz.

2.8. COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL DISEÑO DE UNA RED IP PARA TRANSMISIÓN DE VOZ

Para el diseño de una red de voz sobre IP, se deben tomar en consideración los siguientes pasos como se indica en la fig. 2.25 para el diseño de una Red de Voz Sobre IP. [26]

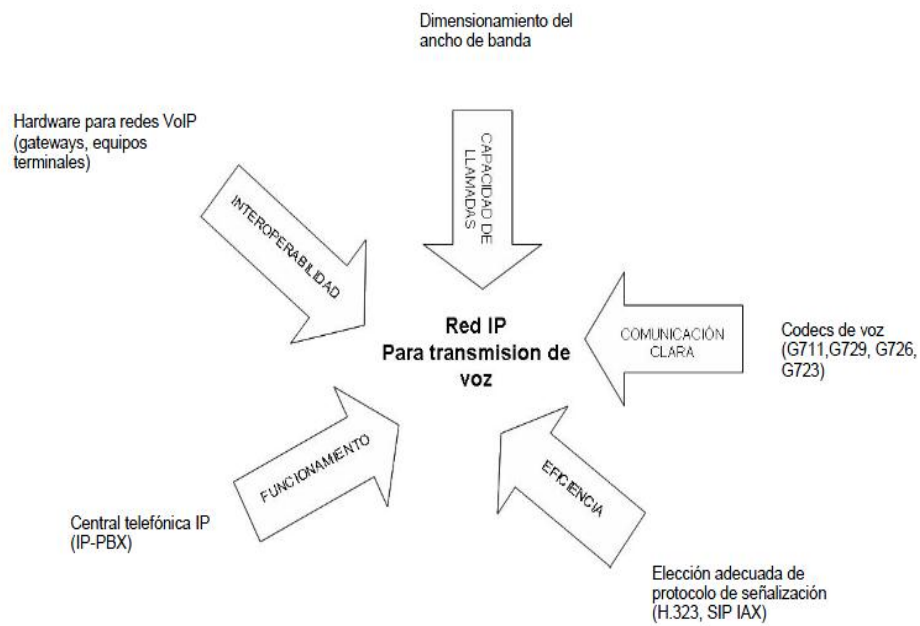


Fig. 2. 25 Componentes principales para el diseño e implementación de una Red de Voz sobre IP. [23]

2.9. FACTORES PRINCIPALES A TENER EN CUENTA PARA LA CALIDAD DE VOZ

- **Indicadores Cualitativos.-** Son parámetros relacionados con la calidad de la comunicación de voz. [26]

Calidad de la Voz.- Es el principal indicador de todo el sistema. Si podemos sostener una comunicación con una adecuada calidad de voz entonces es una prueba de que la red se ha diseñado de manera correcta. Hay dos formas de probar la calidad de la voz: subjetiva y objetivamente. Los humanos realizan pruebas de calidad de voz subjetivas, mientras que las computadoras realizan pruebas de voz objetivas. [26]



- **Indicadores Cuantitativos.-** Nos indican en cantidades específicas los resultados alcanzados en la comunicación de voz. [26]

Ancho de Banda.- Dependiendo del códec que se use y el número de muestras de voz que se quiera por paquete, la cantidad de ancho de banda por llamada puede incrementarse drásticamente. [26]

Retraso/Latencia.- Existen tres tipos de retraso que son inherentes a las redes de telefonía actuales: retraso de propagación, retraso de serialización y retraso de manejo. [26]

La recomendación G.114 de la ITU-T sugiere que no haya más de 150milisegundos (ms) de retraso de extremo a extremo para mantener una “buena” calidad de voz. Aunque debemos tener en cuenta que la definición de “buena” es relativa de acuerdo al cliente, por eso se debe recordar que 150 ms es simplemente una recomendación. [26]

Jitter.- El Jitter es la variación del tiempo de llegada de un paquete. El jitter entre el punto inicial y final de la comunicación debiera ser inferior a 100 ms. Si el valor es menor a 100 ms el Jitter puede ser compensado de manera apropiada. En caso contrario debiera ser minimizado. [26] Los mecanismos complementarios que reducen los efectos indeseados (pérdida de paquetes y fluctuaciones de retardo) se orientan en dos sentidos: la eficiencia y calidad del servicio y la señalización. [26]

- **Eficiencia y calidad de servicio:**

Códecs compresores: que reducen el ancho de banda necesario.



Buffers en recepción: que regeneran el espaciado entre paquetes y amortiguan las fluctuaciones del retardo. [26]
Mecanismos de calidad de servicio en la red (Ej.: priorización de los paquetes de voz). [26]

- **Señalización:**

Establecimiento y liberación dinámica de las llamadas VoIP.
Información para el usuario del progreso de la llamada
Acuerdo en los códecs a emplear
Movilidad de usuarios
Control de acceso
Tarifación
Servicios suplementarios (ej. desvío de llamadas)
Interfuncionamiento con la red telefónica pública.
Tratamiento de señales no vocales (Ej. MODEM o fax). [23]

2.10. CLASIFICACIÓN DE TRÁFICO

Existen varios criterios de políticas para la clasificación de tráfico los más importantes son:

- Tipo de tráfico contenido en el paquete
- Dirección IP
- Puertos, entre otros

Estos se pueden llevar a cabo a nivel de capa 2 o a nivel de capa 3, mediante estándares IEEE 802.1p, IEEE 802.1q entre otros. [26]

2.10.1. IEEE 802.1p

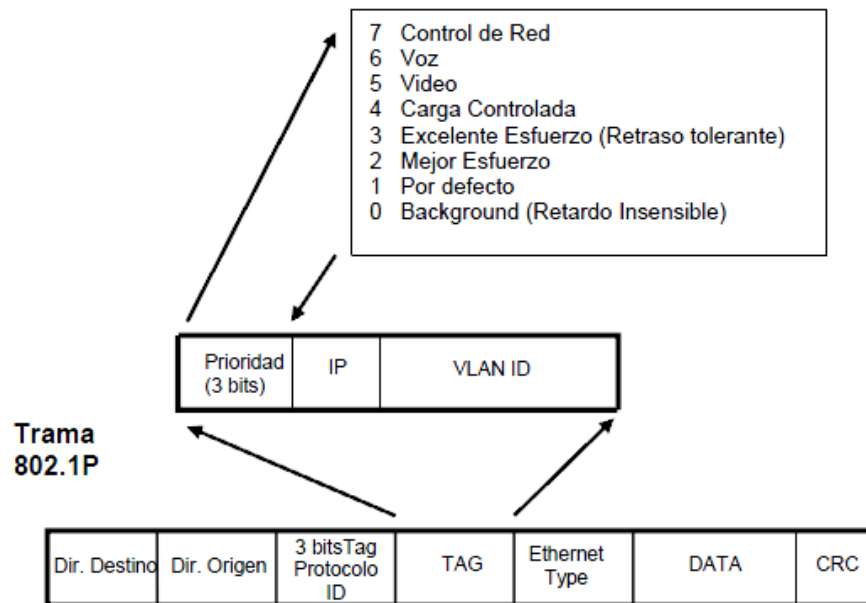


Fig. 2. 26 Trama del estándar 802.1p. [23]

Define el método de etiquetar los paquetes y por medio de este los conmutadores de nivel 2 puedan darles prioridad. Es parte del estándar IEEE 802.1d¹¹, que es utilizado en el protocolo de árbol extensible (Impide que se creen bucles en el tráfico de la red). El protocolo de árbol extensible (STP¹²) proporciona topografía de árbol para cualquier disposición de Switch. El estándar 802.1p prioriza el tráfico de red en la subcapa de vinculo de datos/MAC. Para esto posee un campo de 3 bits y 8 niveles de tipo de tráfico conforme se muestra en la fig. 2.26. [26]

Para realizar el proceso de reenvío de tramas el switch dispone de una o varias colas (clases de tráfico) de transmisión, la capacidad de un switch para soportar tráfico expeditivo reside en la capacidad de manejar estas colas en sus puertos. [26]

¹¹ **802.1d.-** El funcionamiento de los switch para VLAN que permite definir, hacer funcionar y administrar VLAN dentro de una infraestructura de red LAN con switch.

¹² **STP.-** Protocolo de Árbol Extensible, proporciona topografía de árbol para cualquier disposición de puentes entre switch (Impide que se creen bucles en el tráfico de red).

2.10.2. IEEE 802.1q

El estándar IEEE 802.1q define el funcionamiento de los puentes VLAN que permite definir, hacer funcionar y administrar VLAN dentro de las infraestructuras de LAN con switch. [27]

Este estándar de la IEEE para el etiquetado de tramas ver fig. 2.27:

- Introduce un encabezado de etiqueta dentro del encabezado Ethernet después de la dirección MAC origen. [27]
- 12 bits del encabezado de etiqueta especifican el ID de VLAN.
- Permite 4095 VLANs individuales. [27]

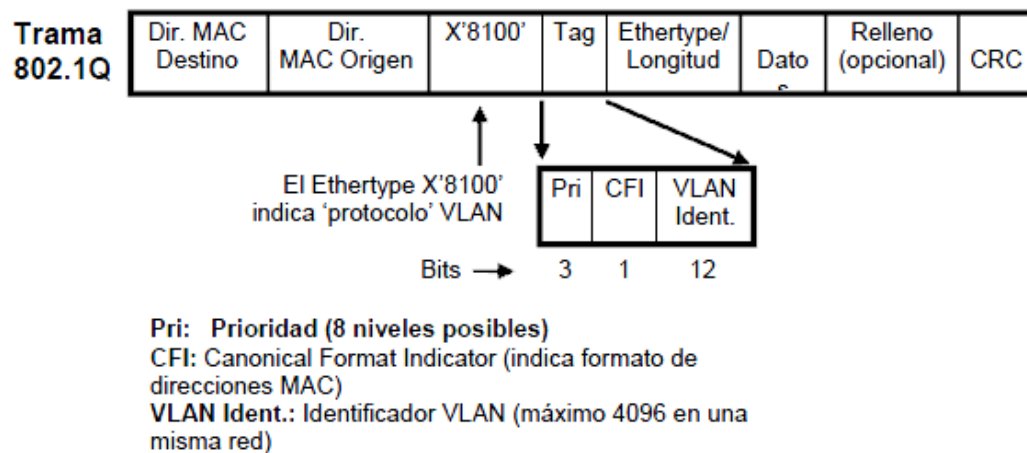


Fig. 2. 27 Trama del estándar 802.1q. [23]

La norma define un campo de cuatro bytes añadido a tramas FDDI (Fiber Distributed Data Interface, topología de red local en doble anillo y con soporte físico de fibra óptica), Token-Ring y Ethernet que contiene información de seguridad y de pertenencia a una LAN virtual en combinación con IEEE 802.1p, permite a los conmutadores de nivel 2 distinguir clases de tráfico entrante. La prioridad de usuario de una trama recibida por un switch se determina por [27]:



- Si la trama recibida está etiquetada o incluye prioridad, se emplea el valor de prioridad que indica la etiqueta de la cabecera. [27]
- Si esto no ocurriese, la información de prioridad se corresponde con la información de prioridad de la trama de MAC. [27]

2.11. CENTRAL TELEFÓNICA DIGITAL (PBX)

La misión de la central telefónica PBX es conectarse a la PSTN y gestionar las extensiones telefónicas corporativas internas, facilitando la comunicación entre sí y con el exterior. [28]

2.11.1. Distribuidor automático de llamadas (ACD)

Permite gestionar grupos de agentes con distintas tareas y competencias, así como crear colas de tamaño variable para gestionar los clientes que esperan ser atendidos. [26]

2.11.2. Interacción de respuesta de voz (IVR)

Ofrecen información a través de mensajes simples hasta aplicaciones interactivas. [26]

2.11.3. Sistema de correo de voz (VMS)

Soporta funcionalidades de contestador avanzado, graba todo tipo de mensajes y los manda automáticamente a las colas del ACD cuando un agente no puede responderlos. [26]

2.12. SOFTWARE LIBRE

Las Licencias Públicas Generales (GPL), tienen como objetivo garantizar al usuario la libertad de compartir y cambiar software, es decir, asegurarse de que el software sea libre para todos los usuarios. [26]



2.13. SISTEMA OPERATIVO PARA EL DISEÑO DE LA RED VOZ SOBRE IP

Linux nació como un producto de Linux Torvalds, inspirado en el MINIX, un pequeño sistema Unix; GNU/Linux es una buena alternativa para los usuarios que desean tener libertad, un sistema operativo estable, robusto, confiable, idóneo para redes, servidores, estaciones de trabajo. [29]

Dos características muy peculiares lo diferencian del resto de los sistemas que podemos encontrar en el mercado:

- Software libre
- Código fuente

Software libre: Esto significa que no se paga ningún tipo de licencia a ninguna casa desarrolladora de software por el uso del mismo. [26]

Código fuente: El sistema viene acompañado del código fuente formada por el núcleo del sistema más un gran número de programas/librerías que hacen posible su utilización. Linux se distribuye bajo la GNU General Public License, por lo tanto, el código fuente tiene que estar siempre accesible. [26]



CAPITULO III

PROTOCOLOS Y HARDWARE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED VoIP Y CCTV.

3.1. RED DE INTERNET PARA CELEC EP GENSUR

La conexión para la red de internet es con topología estrella, en la cual Quito brinda la señal para Loja, Villonaco y Zamora. La Central Telefónica se encuentra en Loja que distribuye a las oficinas de Loja, Zamora y Villonaco.

Actualmente en la CENTRAL EÓLICA VILLONACO, existe comunicación de los Aerogeneradores con la subestación, mediante radio en las bandas UHF-VHF. La comunicación es inestable debido a que no existe repetidores por lo cual siempre hay interrupción de la comunicación entre Aerogenerador y la subestación.

La red de internet es una red WAN, con topología tipo Estrella, mediante fibra óptica, podemos observar la fig. 3.1, la distribución general para la red de internet de la Unidad de Negocio Celec Ep Gensur, que proviene desde la Unidad de Negocio CELEC EL TRANSELECTRIC, en la ciudad de Quito, conforme a las políticas corporativas y la arquitectura empresarial existente.

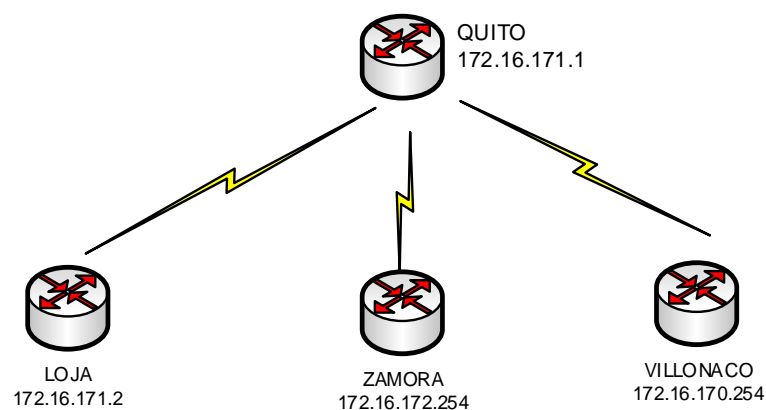


Fig. 3. 1 Conexión Internet CELEC EP GENSUR. Diseño de autor.

En la figura. 3.2 podemos observar la conexión interna de las oficinas de CELEC EP GENSUR Loja, así como la cantidad y los equipos instalados. (Ver tabla 3.1)

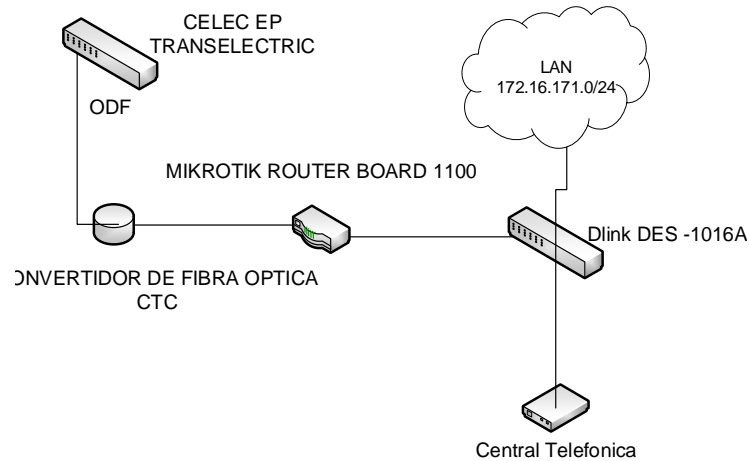


Fig. 3. 2 Conexión Interna Loja –Oficinas. Diseño de autor.

LOJA – OFICINAS	
Cantidad	Nombre de Equipo
1	D-Link DES-1016 ^a
1	MIKROTIK ROUTER BOARD 1100
1	ODF
4	TELCOM FWT
1	CONVERTIDOR DE FIBRA OPTICA CTC

Tabla 3. 1 Equipos Loja-Oficinas. Diseño de autor.

3.2. ESTRUCTURA DE LA RED DE COMUNICACIONES DE LA CENTRAL EÓLICA VILLONACO

La Central Eólica Villonaco, posee una estructura de anillo simple como se puede observar en la fig. 3.3, usada en la mayoría de las Centrales Eólicas con menos de 11 aerogeneradores, la ventaja de esta estructura

es que cuando aparece un problema en uno de los nodos, la comunicación del resto de los nodos no se ve afectada.

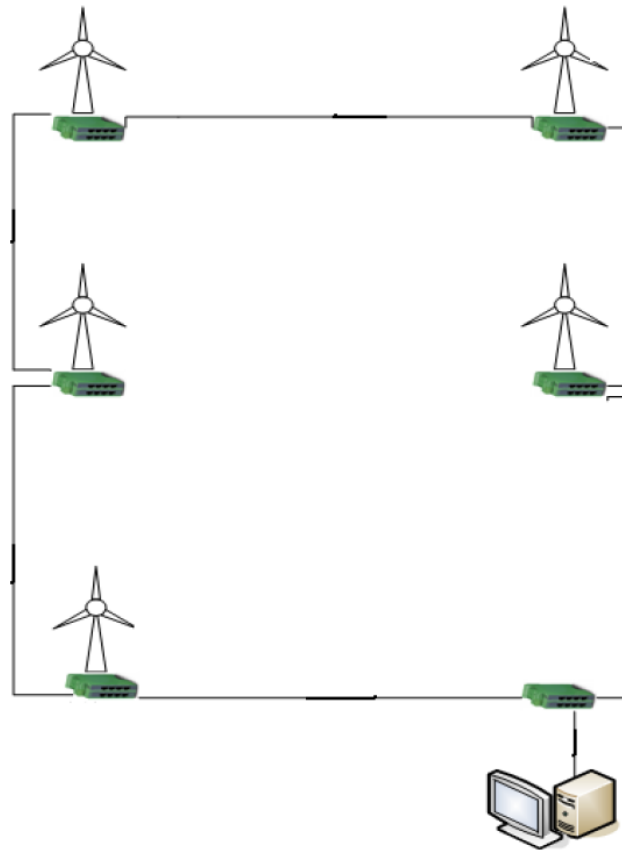


Fig. 3.3 Red de comunicaciones de la Central Eólica Villonaco. Diseño de autor.

Tenemos dos circuitos; el circuito 1 que va desde el Aerogenerador 1 al 6, y el circuito 2 que va desde el Aerogenerador 7 al 11, la fibra óptica es de 24 hilos que llegan a la subestación Villonaco, para conectarse al ODF instalado. La conexión interna de la Central Eólica Villonaco, se encuentra en la fig. 3.5, con un detalle de la conexión de los puertos.

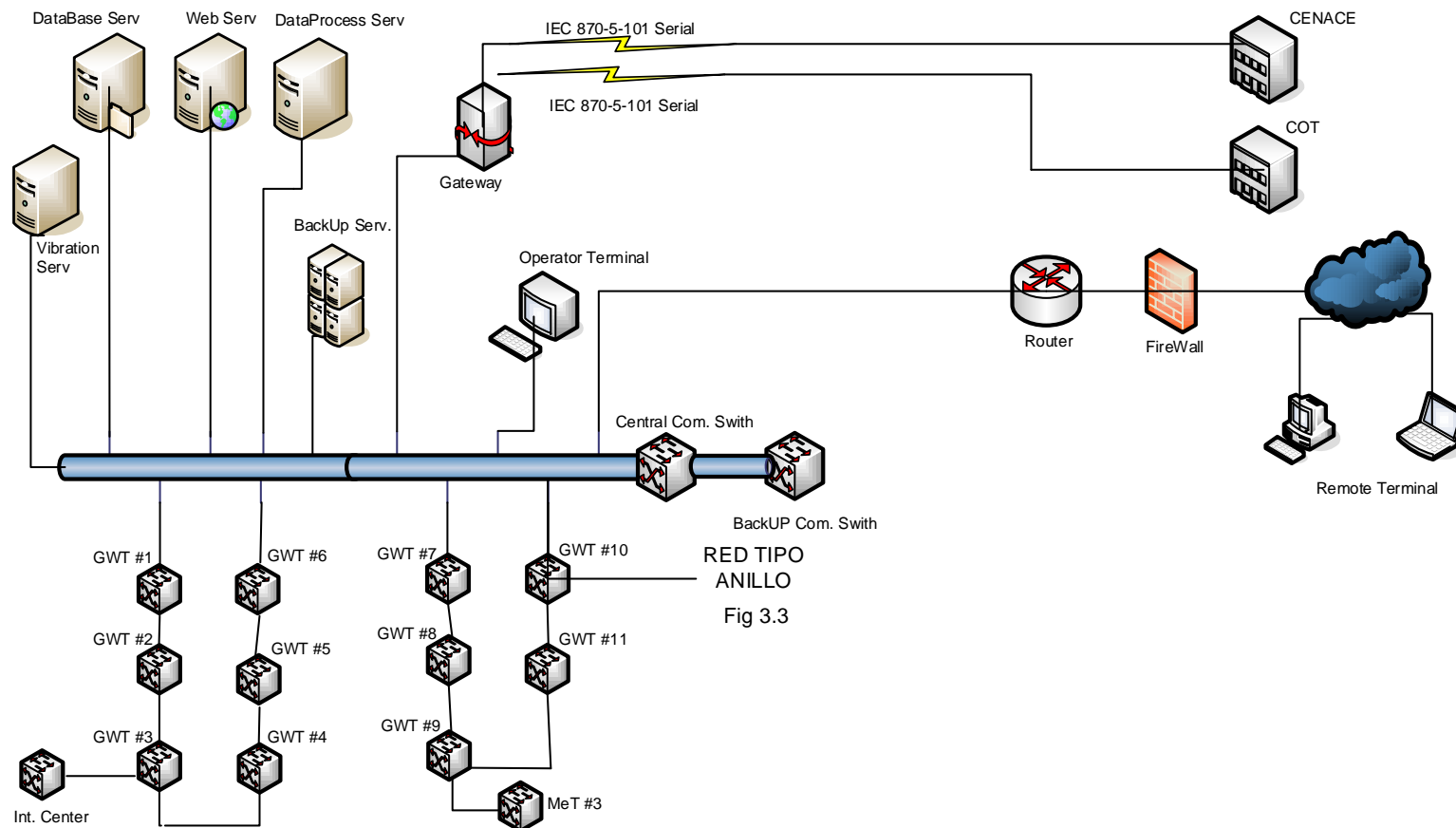


Fig. 3. 4 Conexión interna de la Central Eólica Villonaco. Diseño te autor.

3.3. ESTRUCTURA DE LA RED DE COMUNICACIONES DE LA SUBESTACIÓN VILLONACO

En la fig. 3.6. Podemos observar la conexión de la subestación con los equipos específicos que se utilizan para la comunicación de la central.

Además en la tabla 3.2 se puede apreciar los equipos que se encuentran en la subestación para la aérea de comunicación.

SUBESTACIÓN VILLONACO	
Cantidad	Nombre de Equipo
1	TP-LINK TL-SF1016DS
1	MIKROTIK ROUTER BOARD 1100
1	SWITCH H3C S1016R
1	JUNIPER SSG 20
1	ODF
5	SERVIDORES PowerEdge R710
1	CONVERTIDOR DE FIBRA OPTICA CTC UNION
2	RECONECTADOR MC112CS
1	COMUNICACIÓN GOLDWIND – KYLAND SICOM 3024

Tabla 3. 2 Equipos subestación de la Central Eólica Villonaco. Diseño de autor.

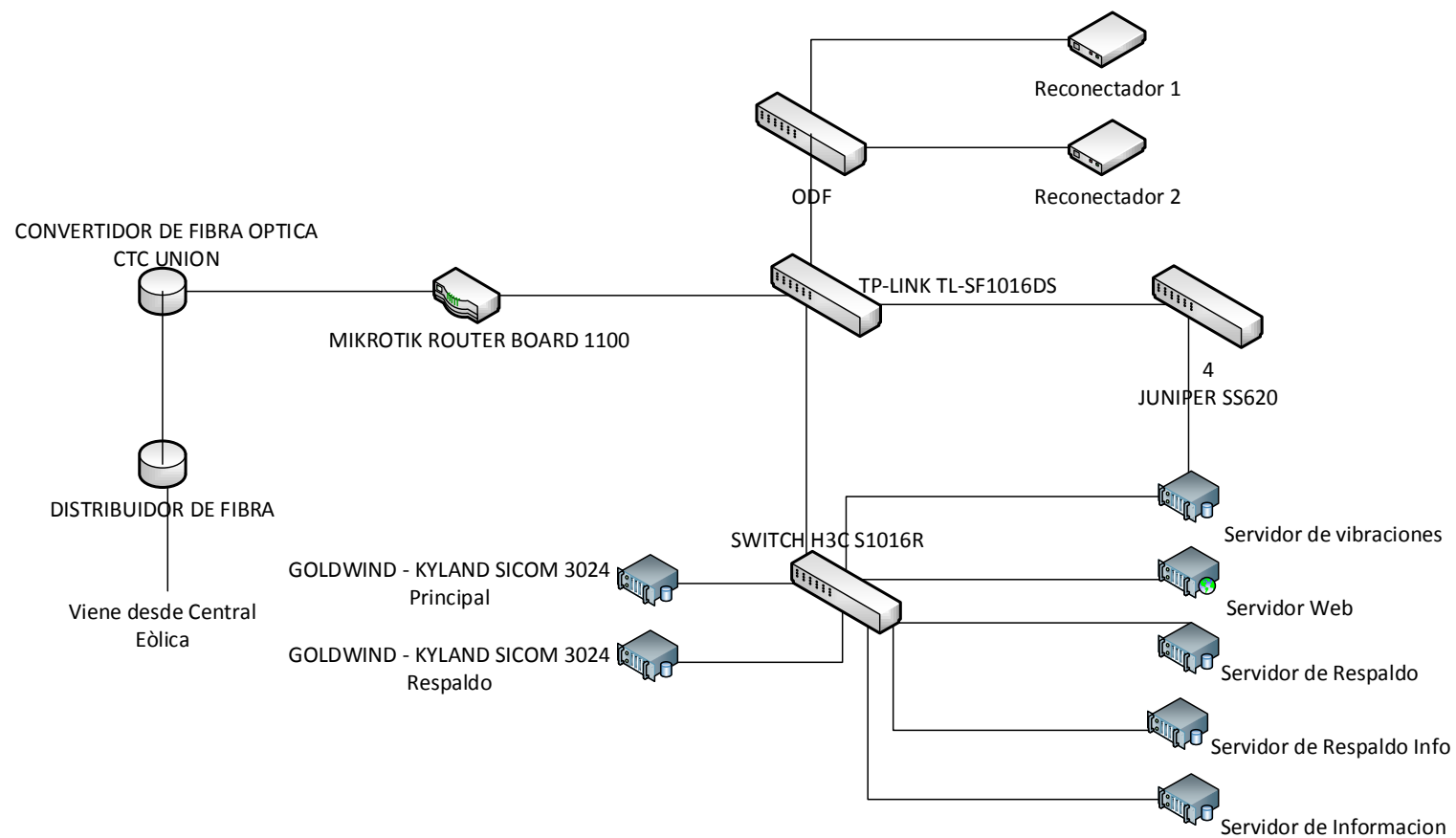


Fig. 3. 5 Conexión subestación de la Central Eólica Villonaco. Diseño de autor.

Para mayor información de la conexión de los puertos de estos equipos, los mismos se encuentra descritos en las siguientes tablas, cuya información es descriptiva y con fines académicos.

- **CONVERTIDOR DE FIBRA OPTICA CTC UNION**

CONVERTIDOR DE FIBRA OPTICA CTC UNION	
N ° Puerto	Detalle
1	Mikrotik 1100 (Eth 1)
2	Distribuidor de fibra óptica

Tabla 3. 3 Detalle conexión puertos CONVERTIDOR DE FIBRA OPTICA CTC UNION. Diseño de autor.

- **MIKROTIK ROUTER BOARD 1100**

MIKROTIK ROUTER BOARD 1100	
N ° Puerto	Detalle
Eth 1	Conversor fibra óptica-CTC Unión
Eth 2	TP-LINK TL-SF1016DS (85 puerto 16)

Tabla 3. 4. Detalle conexión puertos MIKROTIK ROUTER BOARD 1100. Diseño de autor.

- **SWITCH TP-LINK TL-SF1016DS**

TP-LINK TL-SF1016DS	
N ° Puerto	Detalle
1	Switch Hp
2	Piso 1



3	Ion Principal
4	Piso 3
5	Piso 2
6,8	Libre
7,9	Oficinas
10	Internet centro información – ODF (puerto 9)
11	I – Switch H3C (puerto 11)
12	Libre
13	Ion Respaldo
14	Libre
15	JUNIPER SSG 20(puerto TX-RX)
16	Mikrotik 1100 (Ether 2)

Tabla 3. 5. Detalle conexión puertos TP-LINK TL-SF1016DS. Diseño de autor.

- ODF 24 PUERTOS**

ODF	
N ° Puerto	Detalle
1	2 ^a
2	2B
3,4,7,8,10,12,13,14,17,18,21,22	LIBRE
5	1 ^a
6	1B
9	Internet Centro de Información
11	Reconectador 1
15	3B



16	3 ^a
19	4B
20	4 ^a
23	Reconector 3
24	SWITCH H3C S1016R

Tabla 3. 6 Detalle conexión puertos ODF. Diseño de autor.

- **SWITCH H3C S1016R**

SWITCH H3C S1016R	
N ° Puerto	Detalle
1-A	Gateway Goldwind (puerto 1)
2-B	Servidor de vibraciones (puerto 2)
3-C	Servidor de Respaldo Info (puerto 1)
4-D	Switch Principal Hydrochina kyland (87uerto 24)
5-E	Servidor de Respaldo (puerto 1)
6-F	Servidor de Información (puerto 2)
7-G	Servidor Acceso Web (puerto GB1)
8-H	Servidor Respaldo Infor (puerto 2)
9	Servidor de Información (puerto 1)
10	I – TP-LINK TL-SF1016DS(87uerto 11)
11	Servidor Web (puerto 2)
12,13	Libre
14	Servidor de Respaldo (puerto 2)
15	Respaldo Goldwind (puerto 1)
16	Servidor de Información (puerto 1)



Tabla 3. 7. Detalle conexión puertos SWITCH H3C S1016R. Diseño de autor.

- **JUNIPER SSG 20**

JUNIPER SSG 20	
N ° Puerto	Detalle
TX-RX	TP-LINK TL-SF1016DS (Puerto 15)
1	Servidor de vibraciones (puerto 3)
2	Servidor de vibraciones (puerto 4)

Tabla 3. 8. Detalle conexión puertos JUNIPER SSG 20. Diseño de autor.

- **RECONECTADOR MC112CS**

RECONECTADOR MC112CS	
Reconectador 1	ODF (puerto 11)
Reconectador 2	ODF (puerto 2)

Tabla 3. 9 Detalle conexión puertos RECONECTADOR MC112CS.
Diseño de autor.

- **COMUNICACIÓN GOLDWIND – KYLAND SICOM 3024**

COMUNICACIÓN GOLDWIND – KYLAND SICOM 3024	
Principal	Switch H3C (puerto 1)
Respaldo	Switch H3C (puerto 15)

Tabla 3. 10 Detalle conexión puertos COMUNICACIÓN GOLDWIND –
KYLAND SICOM 3024. Diseño de autor.



- **SERVIDORES PowerEdge R710**

SERVIDORES PowerEdge R710	
N ° Puerto	Detalle
Servidor de Vibraciones	
1	Switch H3C (puerto 16)
2	Switch H3C (puerto 2)
3	JUNIPER SSG 20 (puerto 1)
4	JUNIPER SSG 20(puerto 2)
Servidor Web	
1	Switch H3C (puerto 7)
2	Switch H3C (puerto 11)
Servidor de Respaldo	
1	Switch H3C (puerto 5)
2	Switch H3C (puerto 14)
Servidor de Respaldo Info	
1	Switch H3C (puerto 3)
2	Switch H3C (puerto 8)
Servidor de Información	
1	Switch H3C (puerto 9)
2	Switch H3C (puerto 6)

Tabla 3. 11. Detalle conexión puertos SERVIDORES PowerEdge R710.

Diseño de autor.

3.3.1. Estructura de la red comunicaciones aerogenerador

En la fig. 3.7 se puede observar la conexión de comunicaciones entre el aerogenerador y el sistema de control central, y en la fig.3.8 se muestra la arquitectura.

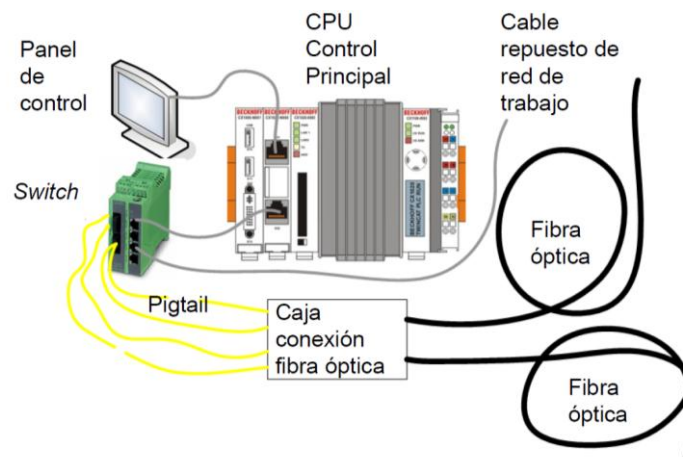


Fig. 3. 6 Conexión entre el aerogenerador y el sistema de control central.
[30].

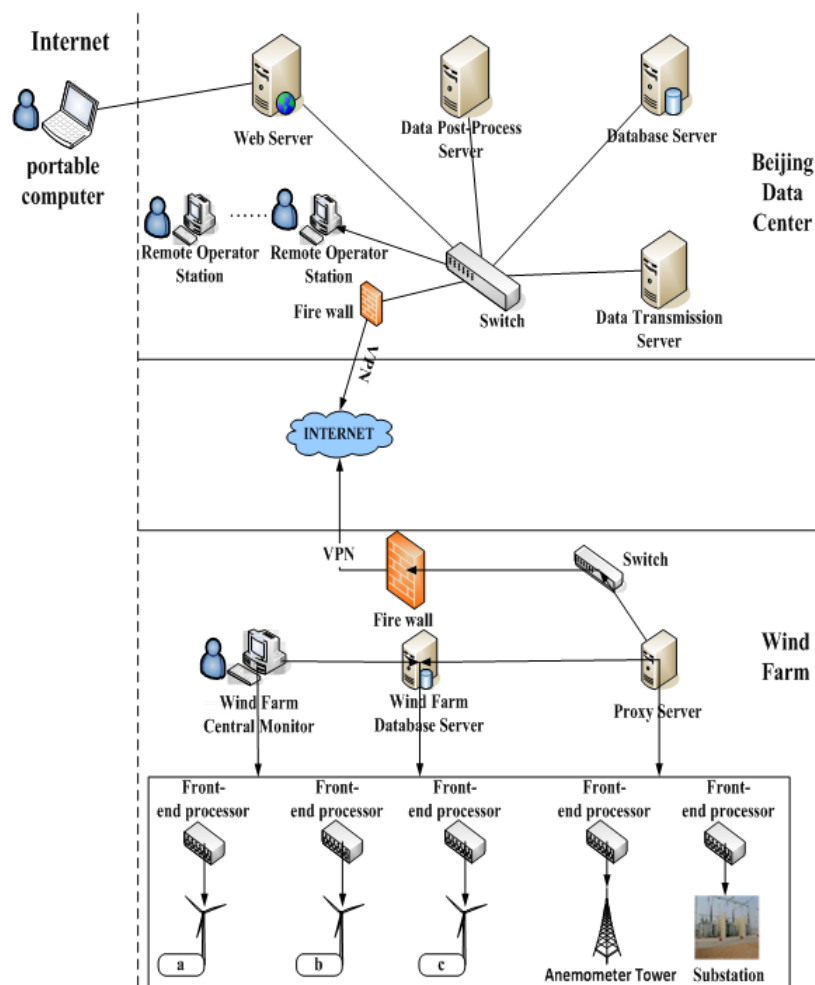


Fig. 3. 7 Arquitectura de comunicaciones entre el aerogenerador y el sistema de control central. [30].

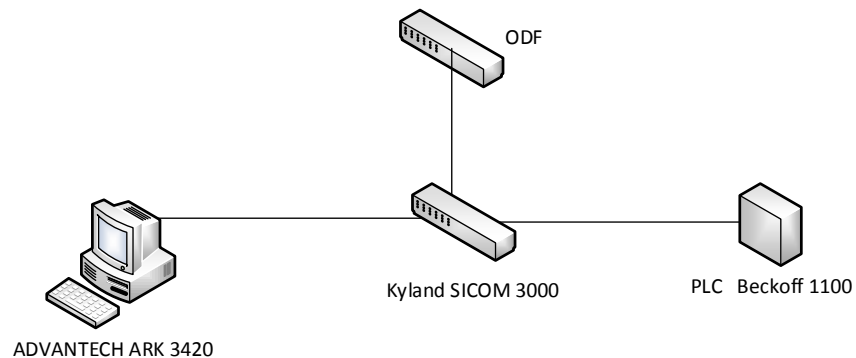


Fig. 3. 8 Conexión AERO de la Central Eólica Villonaco. Diseño de autor.

En la siguiente Fig. 3.9 tenemos la conexión interna que se encuentra en la parte baja del Aerogenerador, de igual manera, desde la tabla 3.12 hasta la tabla 3.16 se detalla los equipos utilizados y la conexión de los puertos de los mismos.

AERO CENTRAL EÓLICA VILLONACO	
Cantidad	Nombre de Equipo
1	Kyland SICOM 3000
1	ODF
1	PLC Beckhoff 1100
1	COMPUTADOR - ADVANTECH ARK 3420

Tabla 3. 12 Equipos Aerogeneradores de la Central Eólica Villonaco. Diseño de autor.

- **Switch Kyland SICOM 3000**

Kyland SICOM 3000	
N ° Puerto	Detalle



1	PLC
2,3,4,6	Libre
5	Computadora
7	RX-TX – ODF
8	RX-TX – ODF

Tabla 3. 13 Detalle conexión puertos Kyland SICOM 3000. Diseño de autor.

- **ODF**

ODF	
N ° Puerto	Detalle
1	Kyland SICOM 3000 (puerto 7)
2	Kyland SICOM 3000 (puerto 8)
3-6	RESERVA

Tabla 3. 14 Detalle conexión puertos Kyland SICOM 3000. Diseño de autor.

- **PLC Beckoff 1100**

PLC Beckoff 1100	
2	Kyland SICOM 3000 (puerto 1)

Tabla 3. 15 Detalle conexión puertos Kyland SICOM 3000. Diseño de autor.

- **COMPUTADOR – ADVANTECH ARK 3420**

COMPUTADOR - ADVANTECH ARK 3420	
2	Kyland SICOM 3000 (puerto 5)

Tabla 3. 16. Detalle conexión puertos Kyland SICOM 3000 Diseño de autor.

- **ROUTER MICROTİK 1100 AHx2 (SUBESTACIÓN)**

El router se encuentra ubicado en la subestación Villonaco, este router se enlaza con los routers que se encuentran instalados en los aerogeneradores, RB1100AHx2 es un modelo para montaje en rack, enrutador, es Gigabit Ethernet con un CPU de doble núcleo, que puede alcanzar hasta un millón de paquetes por segundo y admite cifrado de hardware. Tiene trece puertos gigabit Ethernet individuales, dos grupos de interruptores de 5 puertos. 2 GB de RAM SODIMM están incluidos, hay una ranura para tarjetas microSD, un beeper y un puerto serial. [37]



Fig. 3. 9 Router Mikrotik 1100 AHx2. [37]

Con todos estos equipos, cada unidad de generación contará con una cámara, un teléfono de IP/POE fijos y un Smartphone de ser el caso en su interior, lo que permitirá interactuar en las labores de operación y mantenimiento dentro de los aerogeneradores de una manera fácil y confiable.

Todas las imágenes que transmitan las cámaras son capturadas y transmitidas al centro de control que a su vez serán visualizadas en un monitor de 50", el NVR se encontrará en la Subestación para el control de tráfico. [37]

- **Circuito Cerrado de Televisión (CCTV).**

En la actualidad el Sistema de CCTV instalado en la Central Eólica Villonaco comprende la implementación de cámaras en el Centro de Información y en la Subestación Villonaco, brindando la posibilidad de observar lo que sucede en estos sitios. A continuación, en la fig. 3.10, se observa la distribución de las mismas.

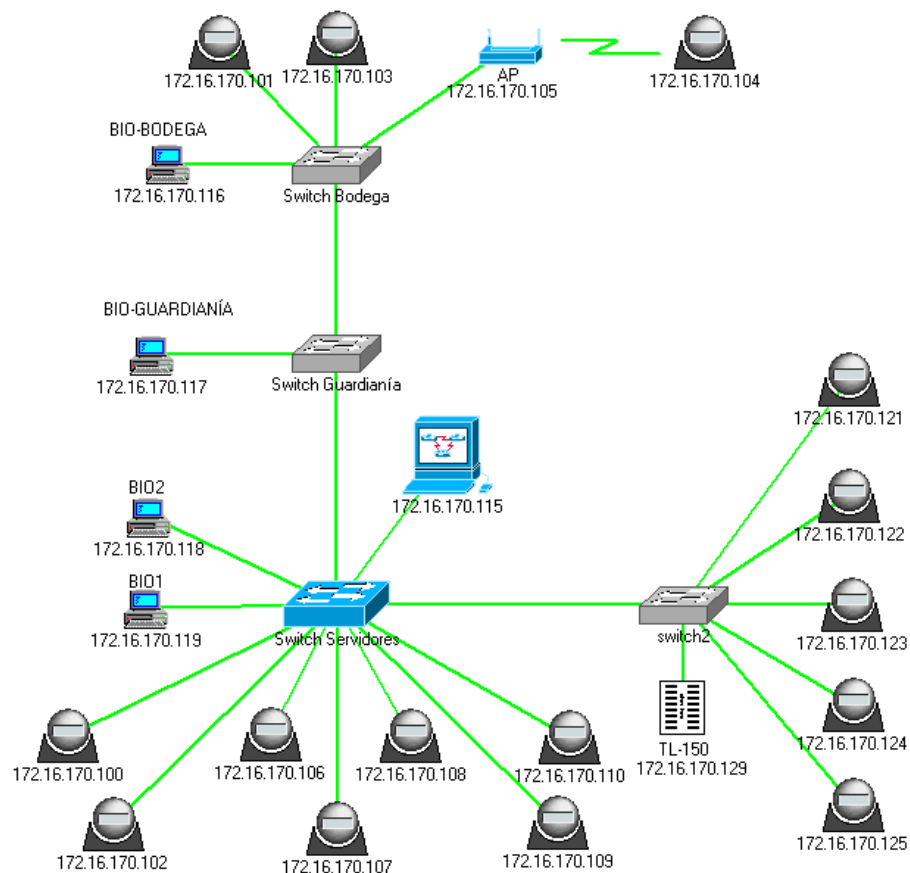


Fig. 3. 10 Diagrama de cámaras instaladas en la Central Eólica Villonaco.
[30]

Pero hasta la fecha y como se puede observar en la figura anterior, no se tiene cámaras instaladas internamente en los Aerogeneradores, lo que no brinda la posibilidad de observar al personal que se encuentre en el sitio, siendo la única forma de corroborar la

presencia de ellos, de forma remota, es por medio del Radio o Celular.

3.4. Estudio de tráfico para el diseño

El propósito del diseño es mejorar las comunicaciones entre los Aerogeneradores y todas las instalaciones de la Unidad de negocio CELEC EP GENSUR, monitorear en tiempo real su infraestructura interna en tiempo real.

Para la realización del estudio de tráfico de llamadas, se cuenta con teléfonos Siemens OpenStage HF 15, que cuentan con los siguientes códec para la compresión y calidad de voz:

- G.711
- G.722
- G.729

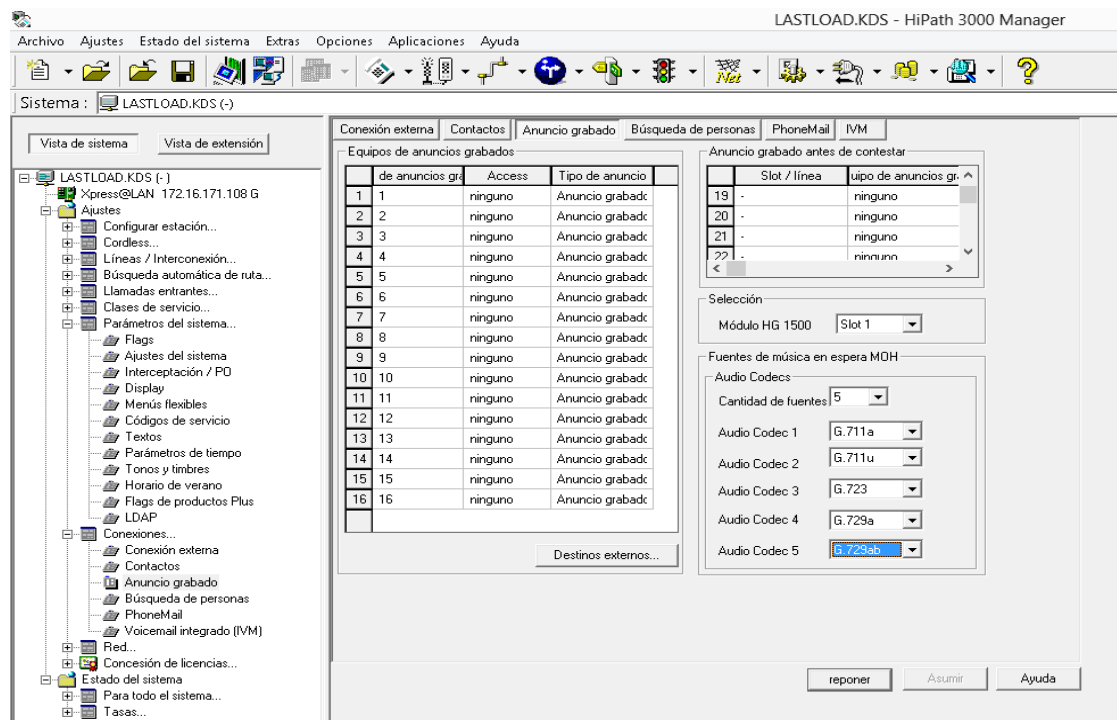


Fig. 3. 11 Tráfico de una llamada utilizando el Códec G.729. Software WinBox. Diseño de autor.

La Central Telefónica es manejada mediante el software HiPath 3000 Manager, que como podemos ver en la fig. 3.11, maneja 5 tipos diferentes códec.

Para un estudio de calidad de voz, para saber cuál implementar en la red VoIP de la Central Eólica Villonaco, se ha realizado pruebas con los códec en dos escenarios.

- G.711

Para la primera prueba se utilizó el Códec G.711 realizando una llamada en tiempo real y con la ayuda del software WinBox se determinó el tráfico. Para el ancho de banda de una sola llamada se limitó el Upload máximo y el Download máximo a 64kbps. Por cada llamada se tiene 78.8kbps de subida (Upload) y 64.6kbps de bajada (download). (Ver Fig. 3.10)

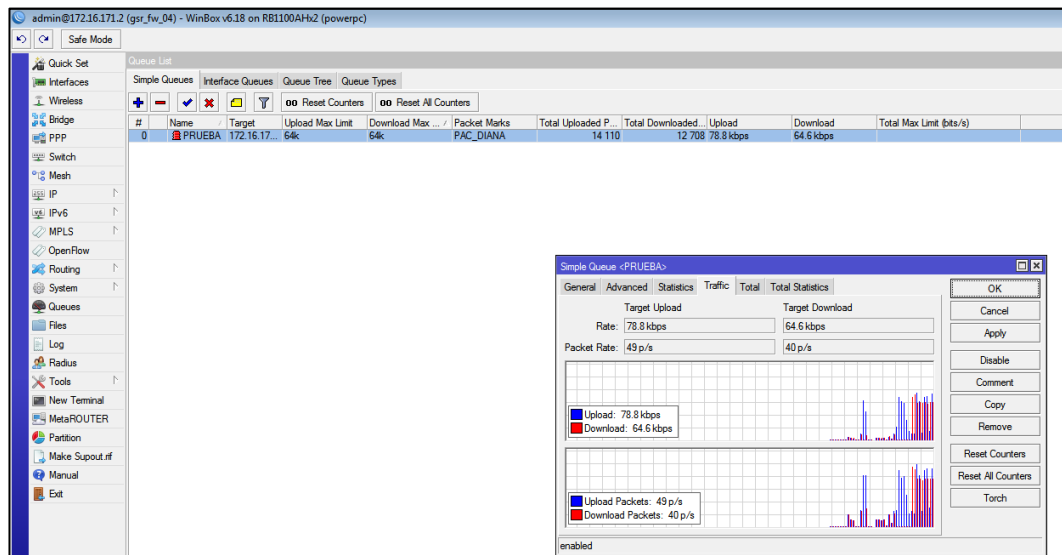


Fig. 3. 12 Tráfico de una llamada utilizando el Códec G.711. Software WinBox. Diseño de autor.

- G.722

En este caso se realizó una llamada con el mismo teléfono Siemens, pero con la diferencia a la llamada anterior ahora utilizamos el Códec G.722, esto se puede hacer gracias a las opciones que tiene el teléfono Siemens.

Realizamos la llamada en tiempo real para obtener el tráfico con la ayuda de WinBox, para el ancho de banda de una sola llamada se limitó el Upload máximo y el Download máximo a 64kbps. Por cada llamada se tiene 34.3kbps de subida (Upload) y 6.5kbps de bajada (download) esto se puede apreciar en la Fig. 3.13.

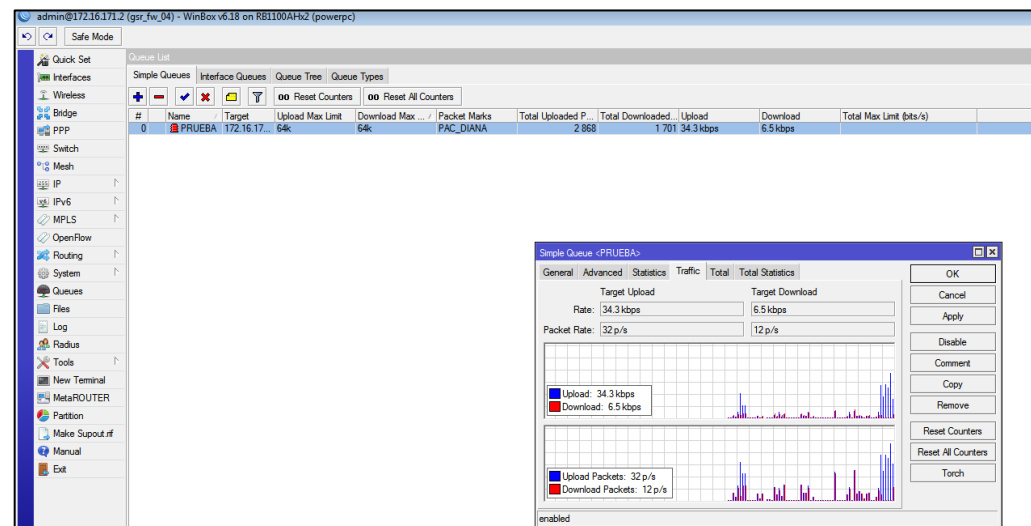


Fig. 3. 13 Tráfico de una llamada utilizando el Códec G.722. Software WinBox. Diseño de autor.

- G.729

Al igual que las pruebas anteriores configuramos el teléfono Siemens, para que trabaje con el Códec G.729, y con la ayuda de WinBox, obtenemos el tráfico. Para el ancho de banda de una sola llamada se limitó el Upload máximo y el Download máximo a 8kbps. Por cada llamada

se tiene 6.9kbps de subida (Upload) y 8kbps de bajada (download) Como se puede observar en la fig. 3.14.

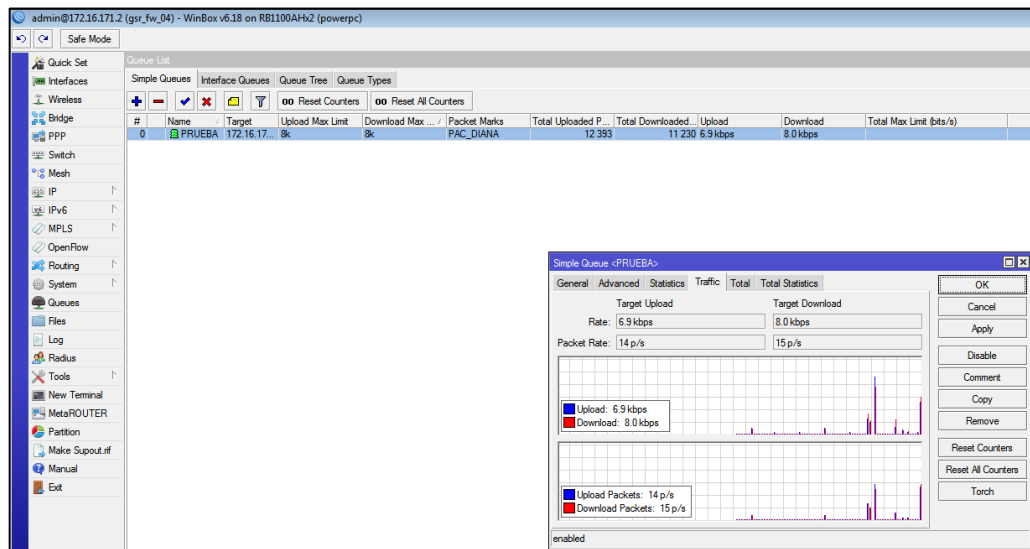


Fig. 3. 14 Tráfico de una llamada utilizando el Códec G.729. Software WinBox. Diseño de autor.

Para evitar pérdida de calidad de voz, no se aconseja el uso del códec G.729 ya que la compresión de voz podría reducir la calidad de voz especialmente en conexiones de terminales HFA HiPath 3000 con OpenScape Voice, por lo tanto se recomienda utilizar el códec G.711 para brindarnos una buena calidad de voz ya que es el más utilizado para VoIP. Cuando se va transmitir tráfico de Voz sobre IP (VoIP) es conocer el ancho de banda de los enlaces que se usará para conectar los abonados a una red de datos. A continuación, tendremos el peor escenario, es decir cuando todas las líneas estén ocupadas. Para esto se requiere saber el número de líneas telefónicas en Loja, Villonaco y Zamora que se presentan en la tabla 3.18.

UNIDAD DE NEGOCIO CELEC EP GENSUR	
NÚMERO DE LÍNEAS TELEFÓNICAS	UBICACIÓN
38	Loja
21	Villonaco
28	Zamora
87	TOTAL

Tabla 3. 17 Número de líneas telefónicas en Loja, Villonaco y Zamora.

Diseño de autor.

En la tabla 3.19 se describe el ancho de banda que se requiere en el caso crítico en el cual todas las líneas estuvieran ocupadas de manera simultánea. Para encontrar este ancho de banda tanto de subida como de bajada, se multiplicará el número de líneas telefónicas por el ancho de banda que requiere una sola llamada.

LÍNEAS TELEFÓNICAS	ANCHO DE BANDA Upload (Subida kbps)	ANCHO DE BANDA Download (Bajada kbps)	UBICACIÓN
38	2994,4	2454,8	Loja
21	1654,8	1356,6	Villonaco
28	2206,4	1808,8	Zamora
87	6855,6	5620,2	TOTAL

Tabla 3. 18 Ancho de banda total. Diseño de autor.

3.5. DIAGRAMAS DE CONEXIÓN

Para esta red VoIP y circuito cerrado de televisión, se contempla la adquisición de Teléfonos IP, Cámaras, switches y Access Point's,



distribuidos dentro del aerogenerador GW70/1500, aprovechando la infraestructura instalada, acoplándonos a la arquitectura definida por el fabricante, logrando que el nuevo sistema sea económico y versátil.

3.6. DIAGRAMA GENERAL

El nuevo sistema, comprende la implementación de cámaras en la base y góndola del aerogenerador, lo que permitirá monitorear las unidades de generación de manera constante sin necesidad de parar las unidades de generación. También se instalarán equipos de telefonía IP para tener comunicación directa sin interrupciones o falla de recepción entre la Subestación Eólica Villonaco, Oficinas de CELEC EP GENSUR Loja - Zamora y agentes externos con las unidades de generación.

Se realizó un esquema (ver fig. 3.15) donde se puede observar la distribución y ubicación de los nuevos equipos para la comunicación, con su respectivo esquema de conexión.

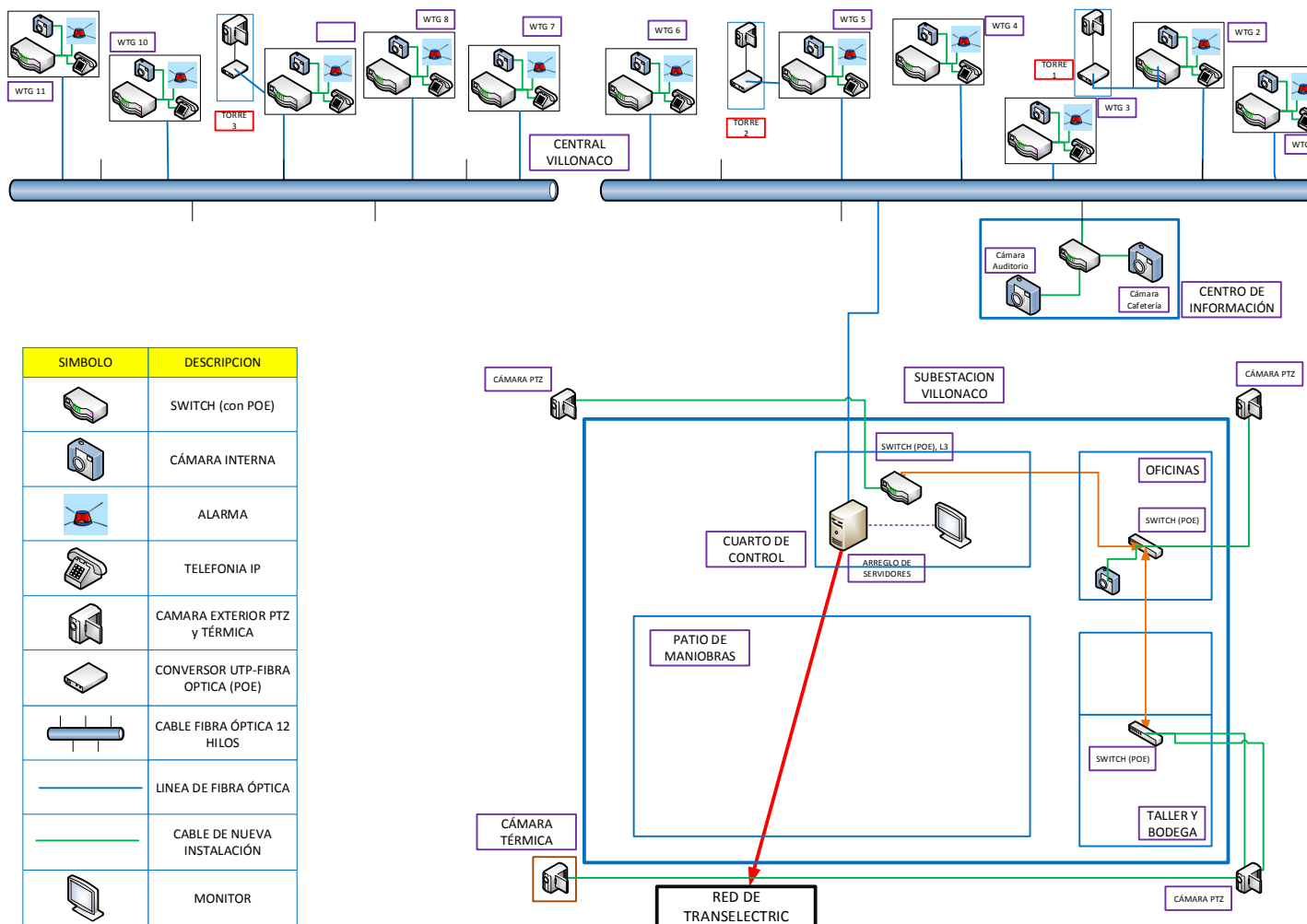


Fig. 3. 15 Esquema de las necesidades de comunicación, ubicación de qipos y esquema de conexión. Diseño de autor.

3.7. DIAGRAMA ESPECÍFICO

Tendremos dos VLAN, la primera que será para la Telefonía VoIP y la segunda para CCTV. Dentro de la base del aerogenerador colocaremos un switch, un teléfono VoIP y una Cámara, en la góndola se instalará un AP para el uso de un Smartphone con direccionamiento IP y una cámara. En la fig. 3.14 observamos el diagrama de los nuevos equipos a instalarse y el diagrama de conexión de los mismos.

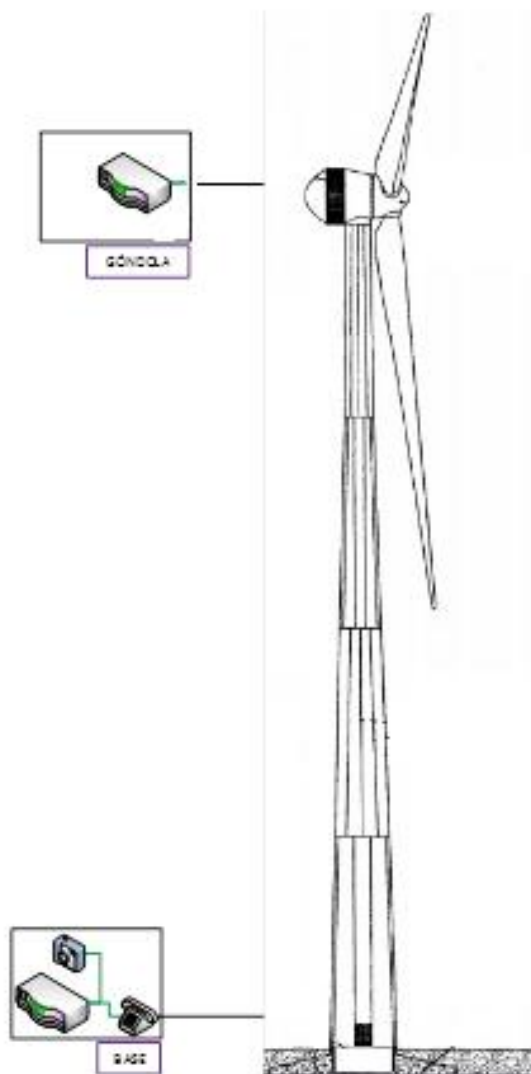


Fig. 3.15 Equipos nuevos Aerogenerador. Diseño de autor.

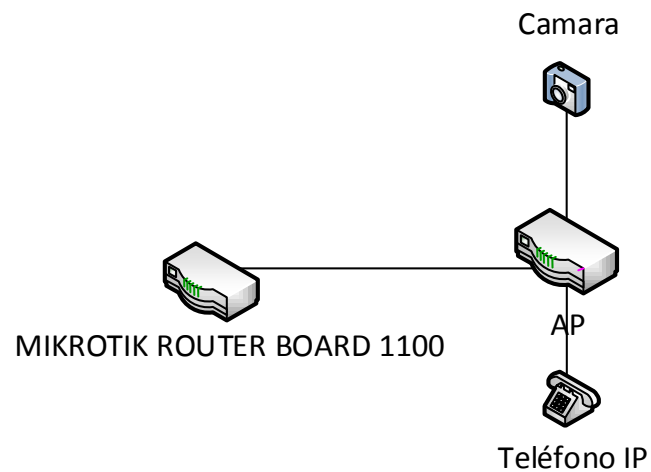





Fig. 3. 16 Diagrama de conexión Aerogenerador. Diseño de autor.

3.8. EQUIPOS

En la tabla 3.20 se detalla la cantidad de los distintos equipos que se instalarán en los Aerogeneradores y en la Subestación Eólica Villonaco.

EQUIPOS RED VOIP Y CCTV		
SIMBOLO	CANTIDAD	EQUIPO
	22	SWITCH (8 puertos, administrable, QoS...
	22	CÁMARAS IP/POE, 3 MP, HD, IP66
	11	TELEFONIA IP OpenStage 15 HFA ice Blue

	2	Smartphone Android pantalla LCD IPS de 4.7, procesador dual-core a 1.2GHz, cámara trasera de 8 megapixels y Android 4.1 Jelly Bean.
	1	NVR 24 puertos, capacidad de almacenamiento.....
	1	Switch Subestación

Tabla 3.20 Cantidad de equipos del nuevo sistema. Diseño de autor.

3.9. DESCRIPCION DEL EQUIPAMIENTO

3.9.1. Router

El RB2011 es un dispositivo multipuerto, diseñado para uso en interiores, es impulsado por RouterOS, un sistema operativo con todas las funciones de enrutamiento dinámico, hotspot, firewall, MPLS, VPN, calidad de servicio avanzada, balanceo de carga, configuración en tiempo real y monitoreo. [31]

Este router es impulsado por el nuevo procesador de red Atheros 600MHz 74K MIPS, tiene 128 MB de RAM, cinco puertos Gigabit LAN , cinco puertos LAN Fast Ethernet y jaula SFP. Además, cuenta con potente doble 2.4GHz 1000mW cadena (2192-2732MHz dependiendo de las regulaciones nacionales) 802.11bgn puerto serie AP, RJ45 inalámbrica y puerto micro USB. [31]

3.9.2. Cámaras IP

Las cámaras que se implementarán son las HIK VISION DS-2CD2032-I BLC que poseen características de última generación tales como:

- **Compensación de contraluz BLC.-** Esta opción es configurable por áreas escogidas y permite optimizar los niveles de luz para presentar la mejor imagen de los objetos observados dadas las condiciones de iluminación en ese momento, con esta tecnología se apagará la luz extremadamente alta mientras que las condiciones normales de iluminación de los objetos en el foco se mantendrán. (Ver fig. 3.16) [32]

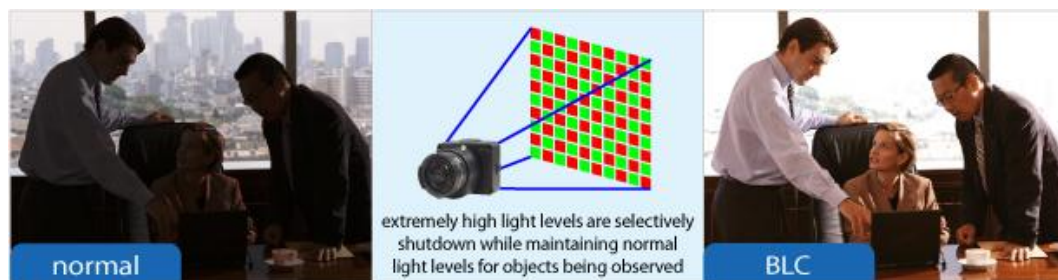


Fig. 3. 17 Compensación de contraluz. [32]

- **Día y Noche IR.-** Esta opción permite entregar videos de gran colorido durante el día y videos en blanco y negro cuando la iluminación cae por debajo de un cierto nivel de luxes. El filtro de corte IR es un obturador mecánico colocado entre el sensor de la cámara y el lente, controlado por un electroimán. [32]
- **Durante el día,** el ICR bloqueará la luz infrarroja y permitirá que sólo la luz visible pase a través de él. [32]

- **Durante la noche o en condiciones de poca luz,** la ICR será eliminada por medios mecánicos y la imagen en directo se convertirá en blanco y negro que es más sensible a la luz infrarroja. (Ver Fig. 3.17) [32]

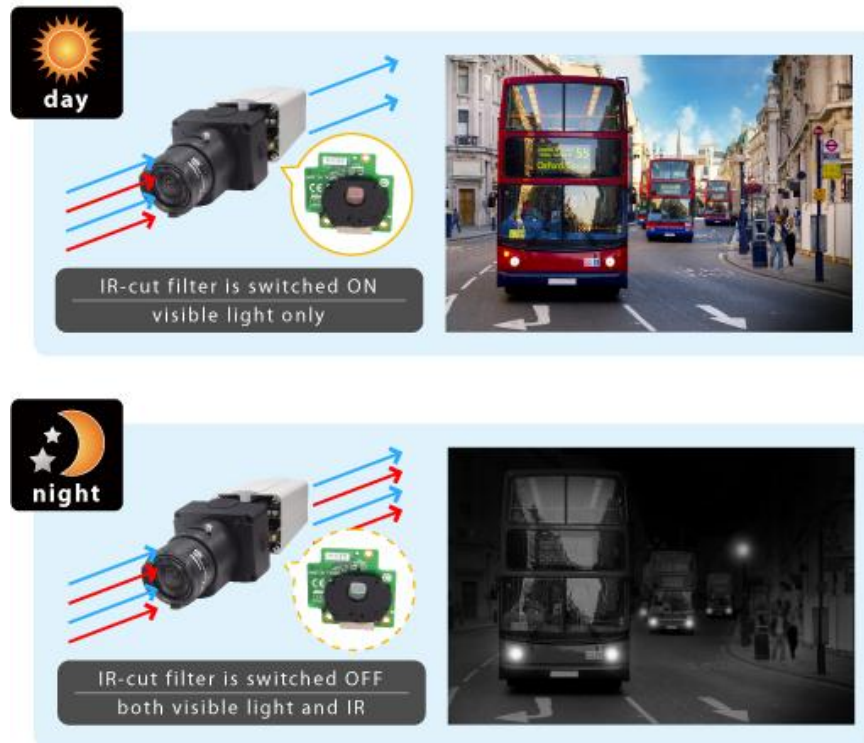


Fig. 3. 18 Compensación de contraluz. [32]

- **Reducción dinámica de ruido**

Cuando los niveles de luz disminuyen, aumenta el nivel de ruido en la imagen, la reducción de ruido dinámico 3D y 2D es una poderosa tecnología para proporcionar al vídeo mayor claridad, además, reduce drásticamente la capacidad de almacenamiento de back-end a través de la codificación de una señal más limpia. (Ver fig. 3.18). [32]

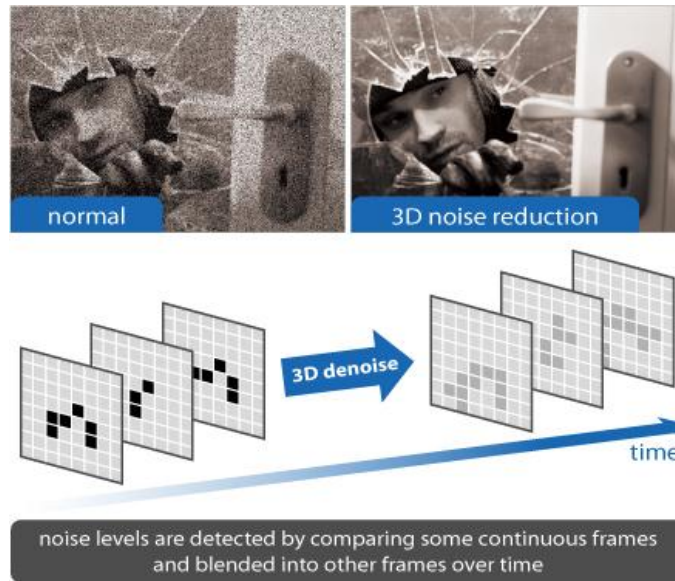


Fig. 3. 19 Compensación de contraluz. [32]

- **Región de interés ROI**

Es una función de recorte de la imagen, diseñada para lograr la optimización del ancho de banda / almacenamiento a través de la captura de imágenes de destino. Los usuarios pueden seleccionar 1 o 2 área (s) clave (s) para transmitir corrientes separadas para generar una vista previa específica y grabación. (Ver fig. 3.19). [32]

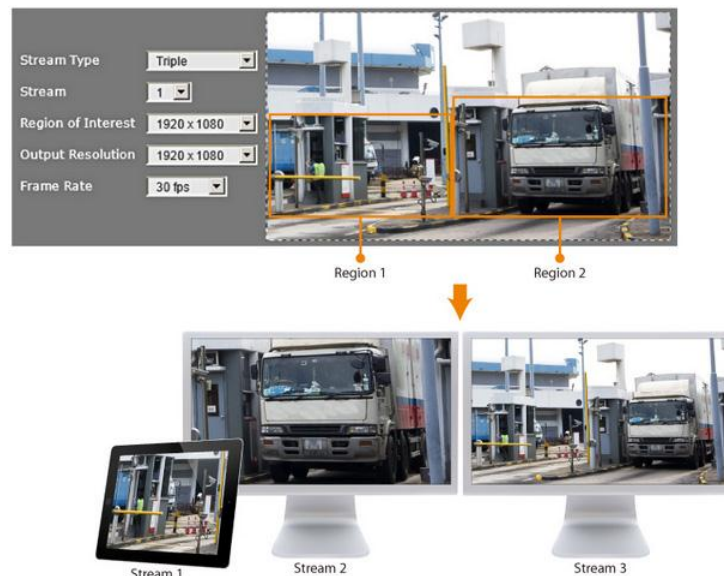


Fig. 3. 20 Compensación de contraluz. [32]

- **Wide Dynamic Range WDR**

Es una tecnología basada en sensores que logra niveles de exposición apropiados mediante la captura de exposiciones cortas, largas y al combinarlas en un solo cuadro, se puede ajustar usando tres niveles preestablecidos (bajo / medio / alto) en función de las condiciones de iluminación. (Ver fig. 3.20) [32]



Fig. 3. 21 Compensación de contraluz. [32]

- **PoE Power over Ethernet**

Mediante la incorporación de la tecnología PoE compatible con IEEE 802.3 af, las cámaras IP puede ser alimentado a través de un cable Ethernet, eliminando la necesidad de un cable de alimentación. [33]

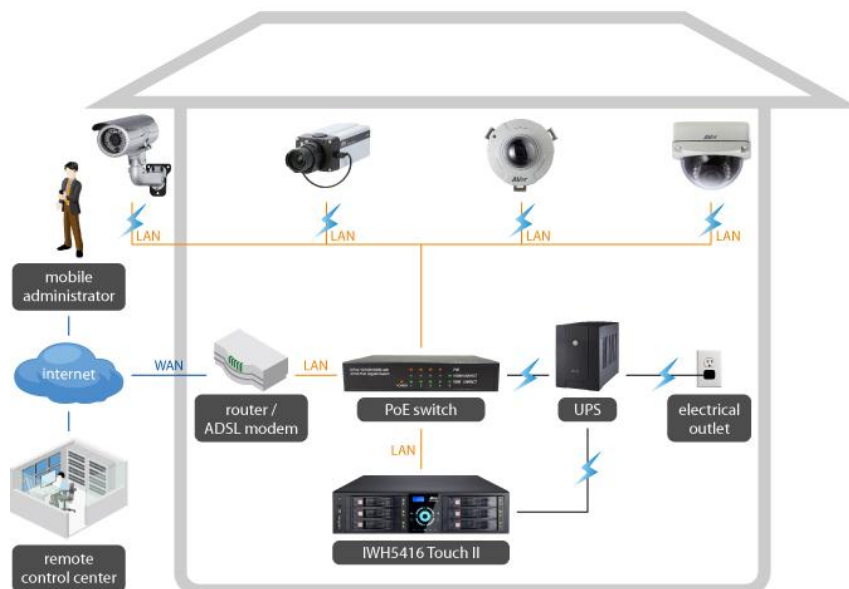


Fig. 3. 22 PoE Power over Ethernet [33]

3.9.3. Teléfonos IP

Los teléfonos que se instalarán en este diseño son los SIMENS OpenStage 15 HFA ice Blue, que es un terminal SIP libre, manos libres full-duplex, 2 puertos Ethernet, alimentación PoE. Además, cuenta con una interface web muy intuitiva para usuarios avanzados o administradores, lo que hace posible una administración del equipo fácil y remota. [34]

Características Técnicas

- Administración remota
- Códecs de voz soportados: G.722 (banda ancha), G.729ab, G.711u, G.711a
- Cancelación de Eco en el auricular
- teclas de navegación
- 8 teclas programables (con etiqueta) con LED's rojos
- teclas directas para: manos libres, mensajes y menu, con LED's rojos
- Volumen regulable (timbre y auricular)
- Pantalla LCD de 2 líneas monocromática de 205x41 píxels.
- Identificación de llamadas
- Llamada en espera, desvío, transferencia y retención.
- Función "no molestar"
- Bloqueo de teclado
- Conferencia a 3
- Histórico de llamadas
- Correo de voz
- Indicador de correo vocal
- Montaje mural posible

3.9.4. Smartphone

El **Alcatel One Touch Idol** es un Smartphone Android con una pantalla LCD IPS de 4.7 pulgadas con resolución HD, procesador dual-core a 1.2GHz, cámara trasera de 8 megapíxeles y Android 4.1 Jelly Bean. [35]

3.9.5. NVR

El NVR nos permitirá tener acceso a video que transmiten de las cámaras instaladas, compatible con cualquier marca de cámara, hasta 5 Megapíxeles de resolución de grabación, con puertos HDMI y salida VGA de hasta 1920 x resolución 1080P. [36]



Fig. 3. 23 NVR 9600. [36]



CAPITULO 4

INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS



INTRODUCCIÓN

El presente capítulo aborda la implementación de la Red VoIP en la Central Eólica Villonaco, así como la instalación del Circuito cerrado de Televisión, utilizando la infraestructura de telecomunicaciones existente en las unidades de generación y la Unidad de Negocio CELEC EP GENSUR. Además, se realiza el direccionamiento IP, la configuración de VLAN'S, las pruebas de tráfico, memoria y CPU.

4.1. DIAGRAMAS DE OPERACIÓN DE RED

Se presentan los siguientes escenarios de Operación de la red de Voz sobre IP de la Central Eólica Villonaco:

- **Llamada entre Teléfono IP de la base y Smartphone en góndola del mismo aerogenerador.**
- **Llamada entre Teléfono IP de la base y Smartphone en góndola de aerogeneradores diferentes.**
- **Llamada entre Teléfonos IP de la base de diferentes aerogeneradores.**
- **Llamada entre Teléfono IP de la base y S/E Villonaco.**
- **Llamada entre Teléfonos IP de la base y Oficina Loja.**
- **Llamada entre Teléfonos IP de la base y Oficina Zamora.**
- **Llamada entre Teléfonos IP de la base y Clientes Externos.**
- **Llamada entre Smartphones en góndola de aerogeneradores diferentes.**
- **Llamada entre Smartphone de góndola y S/E Villonaco.**
- **Llamada entre Smartphone de góndola y Oficina Loja.**
- **Llamada entre Smartphone de góndola y Oficina Zamora.**
- **Llamada entre Smartphone de góndola y Clientes Externos.**

4.1.1. Llamada entre Teléfono IP de la base y Smartphone en góndola del mismo aerogenerador.

Esta llamada se realiza desde el teléfono IP ubicado en la base del aerogenerador y el Smartphone localizado en góndola, el cual a través de la aplicación Zoiper y una conexión WIFI se comunica con la red a través de un Access Point.

El Smartphone se lo ubicó en góndola para dar movilidad al personal de mantenimiento, pero con la ventaja de que funcione con un código de discado dentro de la misma red. (Ver Fig. 4.2).

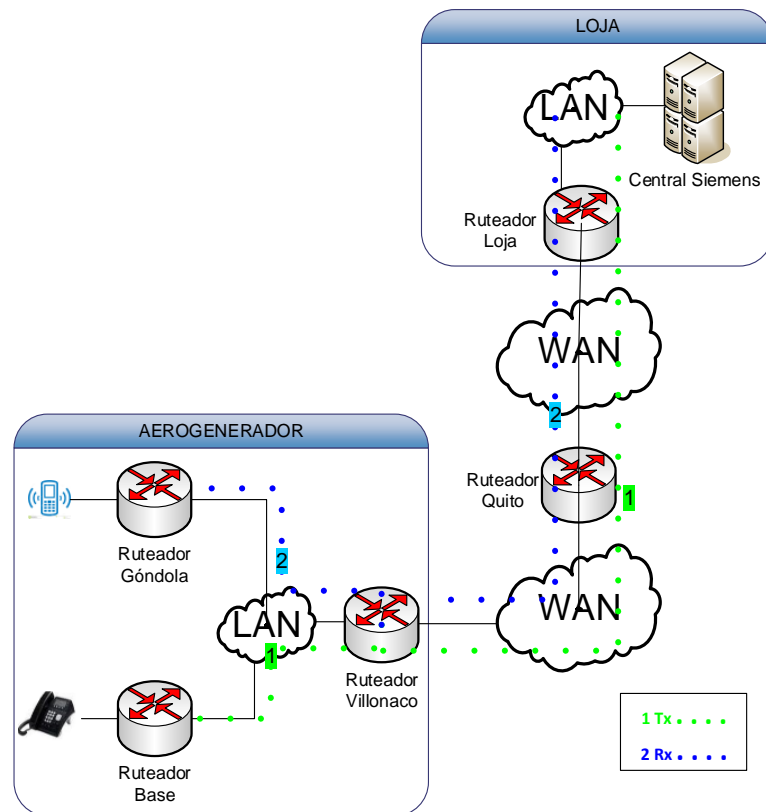


Fig. 4. 1 Esquema comunicación en un mismo aerogenerador. Diseño de autor

4.1.2. Llamada entre Teléfono IP de la base y Smartphone en góndola de aerogeneradores diferentes.

Esta opción de operación de red se da en la etapa de mantenimiento en la cual se trabajan dos aerogeneradores a la vez, con personal terminando las tareas en góndola y otro grupo iniciando en base de otro aerogenerador. Al realizar la llamada entre el teléfono IP y el Smartphone, la petición de llamada va al router administrable ubicado en la ciudad de Loja, para la transmisión con esta central, la llamada debe ser enviada al Centro de Gestión de fibra óptica de CELEC EP TRANSELECTRIC, y regresa al receptor de la llamada, utilizando el protocolo SIP. (Ver Fig. 4.2)

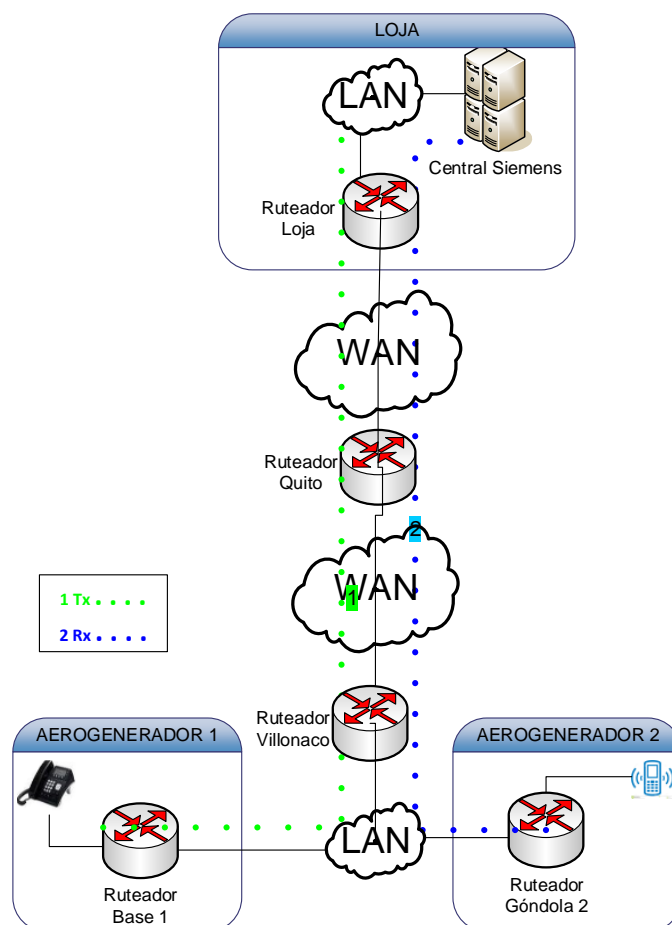


Fig. 4. 2 Esquema comunicación de aerogenerador a Loja y de regreso a otro aerogenerador de IP a Smartphone. Diseño de autor

4.1.3. Llamada entre Teléfonos IP de la base de diferentes aerogeneradores.

Esta comunicación es común en mantenimiento cuando se realizan trabajos para salir de sincronismo con las unidades de generación, así como para normalizar el sistema. En esta llamada la administración de la misma se realiza en el router ubicado en Loja, a través del protocolo SIP, y no puede ser gestionada dentro de la subestación de la central, ya que no tiene un PBX o servidor. (Ver Fig. 4.3)

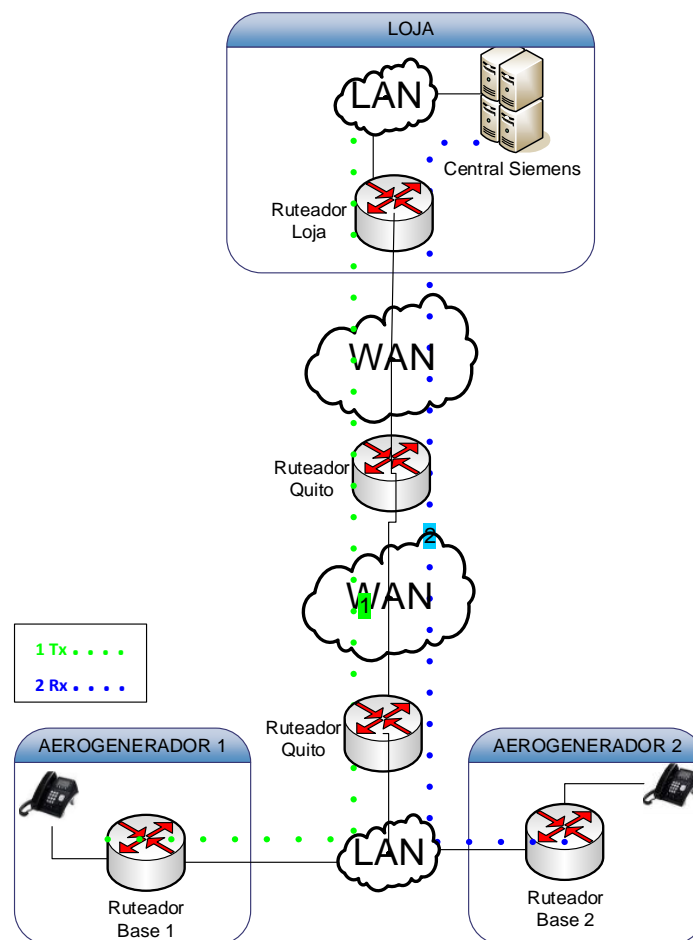


Fig. 4. 3 Esquema comunicación de aerogenerador a Loja y de regreso a otro aerogenerador de IP a IP. Diseño de autor

4.1.4. Llamadas entre los teléfonos IP del aerogenerador y la Subestación Villonaco, Centro de Información, Oficinas Loja, Oficinas Zamora.

Las llamadas que se realizan entre los aerogeneradores y las diferentes dependencias de la Unidad de Negocio CELEC EP GENSUR, se efectúa dentro de subredes diferentes, por lo que es necesario se gestionen en el router ubicado en Loja través del protocolo SIP, las tramas de datos (Voz) se realizan directamente entre los teléfonos IP (Terminales). (Ver Fig. 4.4)

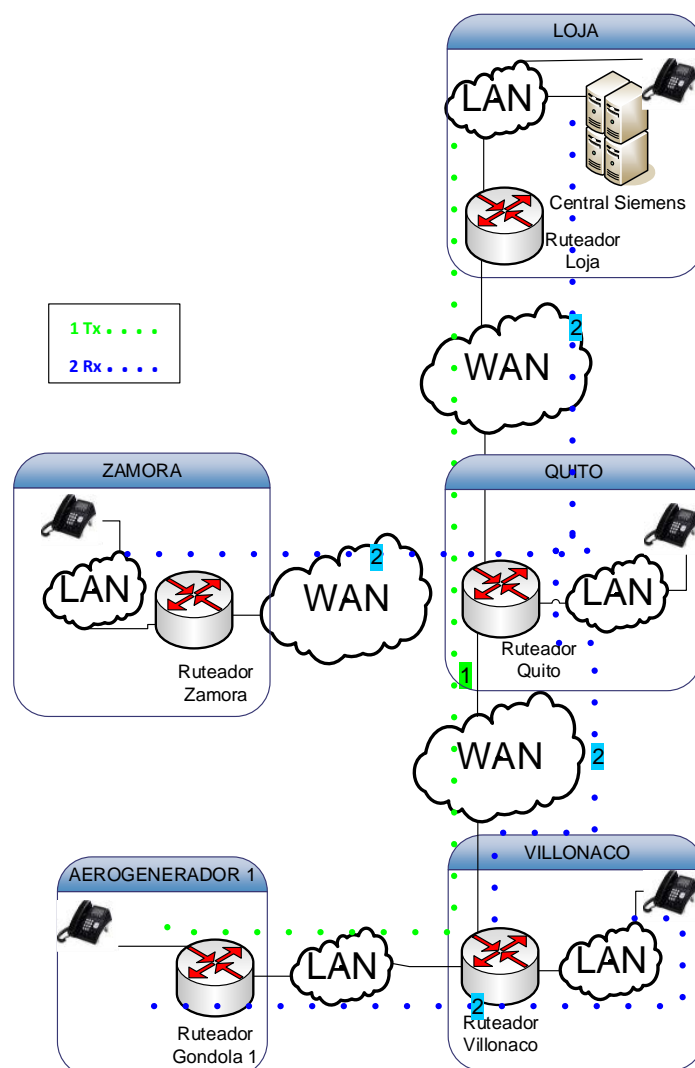


Fig. 4. 4 Esquema de una llamada del teléfono Ip a la S/E Villonaco, centro de información, oficina Loja y Zamora. Diseño de autor

4.1.5. Llamadas externas a los aerogeneradores.

En la figura 4.5 se puede ver que todas las llamadas hacia y desde los abonados externos conmutan la Red LAN y La PSTN a través del Gateway de voz, permitiendo la comunicación como si se tratase de teléfonos analógicos de la PSTN. (Ver Fig. 4.6)

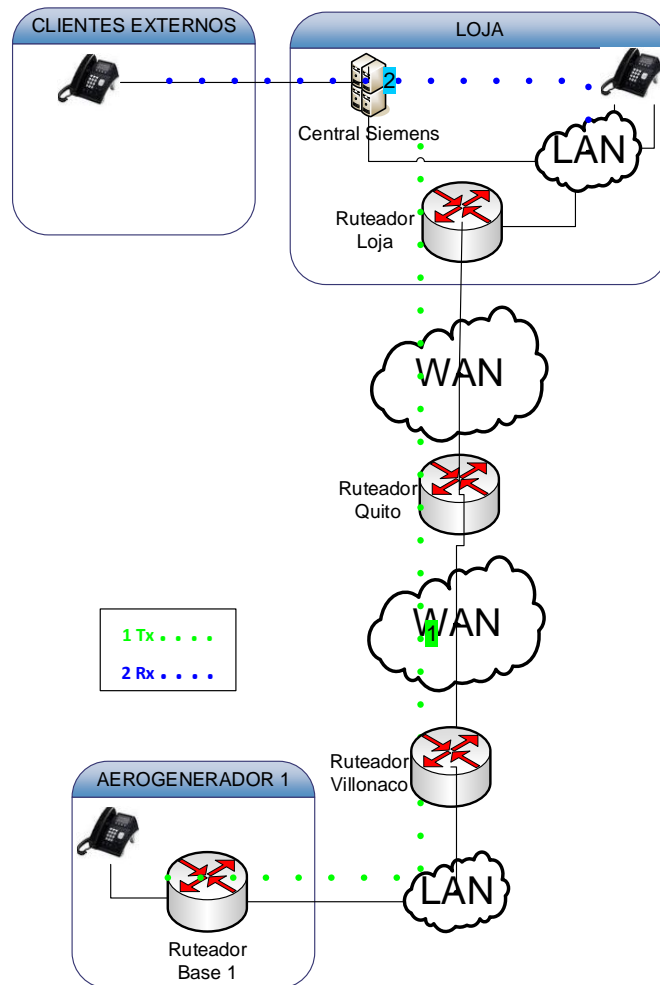


Fig. 4. 5 Esquema comunicación de una llamada entre Teléfonos IP de la base y Clientes Externos. Diseño de autor

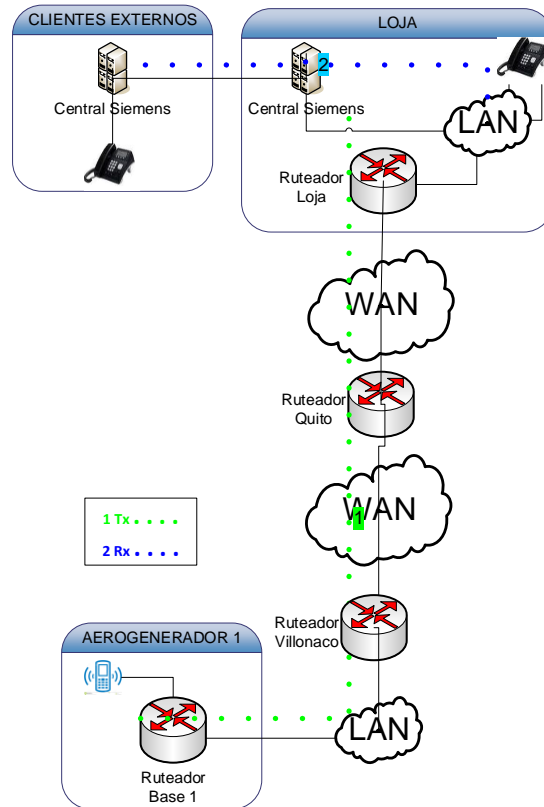


Fig. 4. 6 Esquema comunicación de una llamada entre Smartphone y Clientes Externos. Diseño de autor

4.1.6. Llamada entre Smartphone de diferentes aerogeneradores.

Esta opción de operación de red se da en la etapa de mantenimiento en la cual se trabajan dos aerogeneradores a la vez, con personal terminando las tareas en las góndolas de los mismos. Al realizar la llamada entre los Smartphone, la petición de llamada va al router administrable ubicado en la ciudad de Loja, para la transmisión con esta central, la llamada debe ser enviada al Centro de Gestión de fibra óptica de CELEC EP TRANSELECTRIC, y regresa al receptor de la llamada, utilizando el protocolo SIP. (Ver Fig. 4.7)

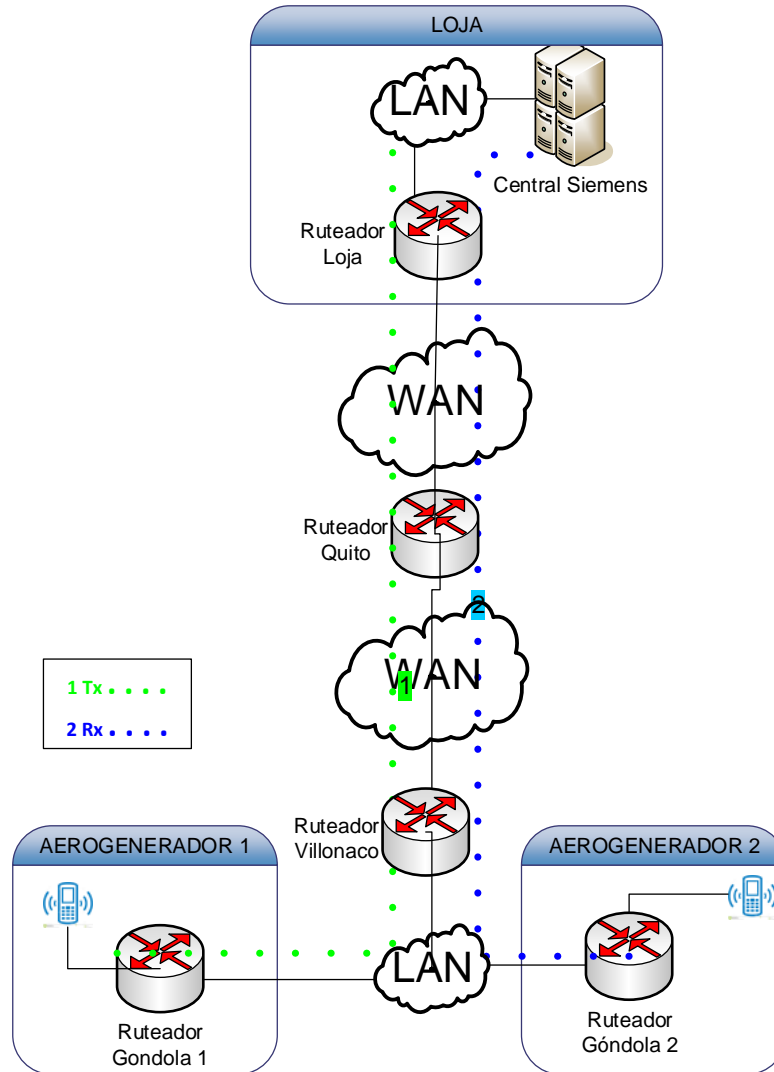


Fig. 4. 7 Esquema comunicación de una llamada entre Smartphones del mismo generador. Diseño de autor

4.1.7. Llamadas entre los Smartphone IP del aerogenerador y la Subestación Villonaco, Centro de Información, Oficinas Loja, Oficinas Zamora.

Las llamadas que se realizan entre los Smartphones de los aerogeneradores y las diferentes dependencias de la Unidad de Negocio CELEC EP GENSUR, se efectúa dentro de subredes diferentes, por lo que es necesario se gestionen en el router ubicado en Loja, a través del protocolo SIP, las tramas de datos

(Voz) se realizan directamente entre los teléfonos IP (Terminales).
(Ver Fig. 4.8)

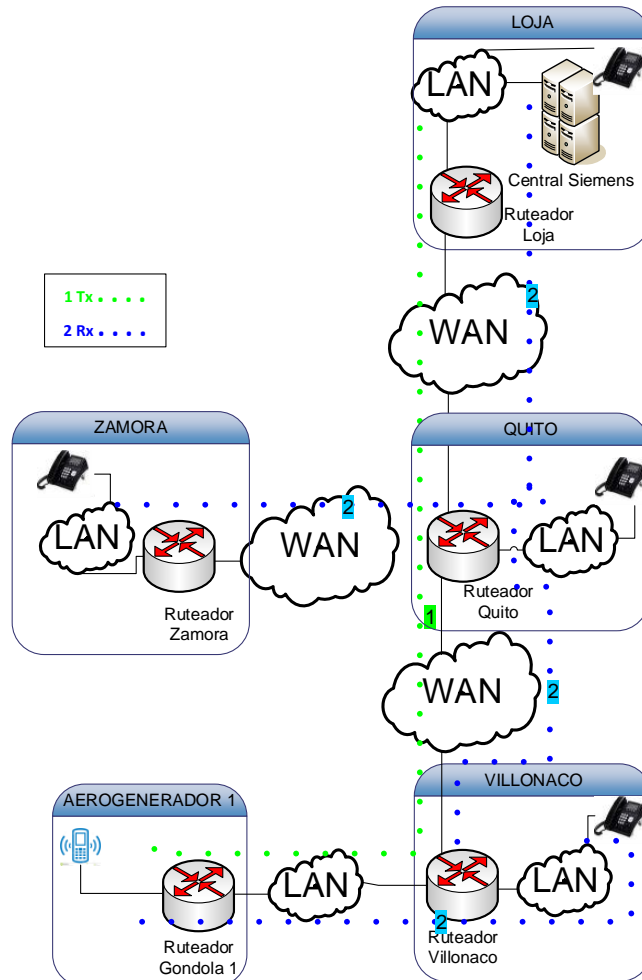





Fig. 4. 8 Esquema de una llamada del teléfono IP a la S/E Villonaco, centro de información, oficina Loja y Zamora. Diseño de autor

4.2. INSTALACIÓN DE EQUIPOS

4.2.1. Instalación de equipos en Góndola.

Para la Implementación de los Sistemas de Telefonía IP y Circuito cerrado de Televisión de la Central Eólica Villonaco, se procedió a Instalar y configurar los equipos en la góndola del aerogenerador que se detallan a continuación:

CENTRAL EÓLICA VILLONACO				
AEROGENERADORES GW70/1500				
INSTALACIÓN GÓNDOLA				
ITEM	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO	FOTO	MATERIALES
1	Instalación de un toma corriente doble.	Alimentación de energía para el Router-App.		<ul style="list-style-type: none"> • 3 metros de cable eléctrico flexible. • 1 tomacorriente doble.
2	Instalación del breaker 4 A,	Protección de equipos instalados.		<ul style="list-style-type: none"> • 1 breaker 4 A-120 V. • 2 metros de cable eléctrico flexible.
	Instalación del Router Mikrotik 8 puertos	Acceso Wifi, en el interior de la góndola para acceder a internet y manuales en línea. Además, el router tiene		<ul style="list-style-type: none"> • 1 Router Mikrotik de 8 puertos. • 1 soporte para switch. • 4 metros de cable

3		acceso a la red de comunicaciones del aerogenerador, lo que permite un enlace entre este equipo ubicado en la góndola y el switch ubicado en la base de la turbina eólica.		Para la configuración del router.
---	--	--	--	-----------------------------------





Tabla 4. 1.- Instalación de los equipos en la góndola. Diseño de autor

4.2.2. Instalación de equipos en base.

En la base se instalaron los equipos que se detallan en la siguiente tabla, configurando cada router con las IP de la Central Eólica Villonaco.

AEROGENERADORES GW70/1500				
INSTALACIÓN BASE				
ITEM	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO	DETALLE	DETALLE
1	Instalación del soporte y cámara en la base del aerogenerador.	Monitorear en tiempo real los paneles de control del aerogenerador y acceso.		<ul style="list-style-type: none"> 1 cámara IP Hikvision con resolución de 3Mpx. 1 soporte metálico de cuatro m de



				longitud.
2	Instalación del cable STP desde la cámara al router.	Comunicar la cámara y el router		<ul style="list-style-type: none"> • cable STP categoría 6 A.
3	Instalación del router en base.	Medio de comunicación entre cámara, teléfono IP, router y Switch Kyland		<ul style="list-style-type: none"> • 1 teléfono • 1 router de góndola. • 1 switch.
4	Cambio del break "16F4" por uno de 4A, en el armario de control principal.	Se cambió xxx la protección de los equipos, según la carga instalada.		<ul style="list-style-type: none"> • 1 break de 4A. • Cable eléctrico flexible #14.
5	Instalación de la toma de energía, caja de equipos y conexión a las borneras de energía.	Adecuaciones dentro del tablero de control para tener una alimentación de 120 V.		<ul style="list-style-type: none"> • 1 toma corriente. • 1 caja de paso. • 1 teléfono IP con inyector


				del POE.
6	Instalación del soporte para el teléfono y teléfono IP	Base para ubicación del teléfono IP.		<ul style="list-style-type: none"> • 1 soporte metálico

Tabla 4. 2 Instalación de equipos en la base. Diseño de autor

4.3. PRUEBAS Y RESULTADOS

Para comprobar la red de VoIP diseñada para comunicar los aerogeneradores de la Central Eólica Villonaco y el resto de dependencias de la Unidad de Negocio CELEC EP GENSUR, se determinará:

- Establecimiento de llamadas internas.
- Conectividad.
- Trafico a través del software winbox
- Además se probara los distintos modos de operación de la Red.

4.4. HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADOS

4.4.1. Hardware

Los equipos utilizados para la implementación de la Red VoIP de los aerogeneradores de la Central Eólica Villonaco y el CCTV, se describen a continuación:

- 22 routers RB2011UiAS-2Hn (ubicados 2 en cada aerogenerador; 1 en la nacell y 1 en la base).
- 11 Teléfonos IP Open Stage 15 HFA ice Blue
- 11 Cámaras IP Hik Vision con resolución de 3Mpx
- Central Telefónica Siemens HiPath Manager 3800



- NVR de 32 canales modelo DS-9632NI-ST para las cámaras IP Hikvision.

Las características de la central telefónica son las siguientes:

La central que se tiene es una central Siemens HiPath 3800, que cuenta con un sistema de Tiempo Real IP es el más grande de la familia HiPath 3000. La Central Telefónica HiPath 3800 constituye una plataforma de comunicación escalable, de sencillo crecimiento, facilidad de configuración a los más diversos escenarios, protegiendo la inversión y garantizando la disponibilidad de las prestaciones más avanzadas para el mundo IP de la mediana empresa. Por tratarse de una solución de convergencia es especialmente adecuada en configuraciones mixtas Software. (Ver Fig. 4.9) [38]

HiPath 3800
Hasta 250 canales (RDSI, inicio de ciclo, IP)
Hasta 384 abonados digitales
Hasta 500 puntos de trabajo IP
HiPath inalámbrico con hasta 64 estaciones base y 250 terminales

Fig. 4. 9 Característica de Central Telefónica Siemens HiPath 3800. [38]

4.4.2. Software

- El software a utilizar para la configuración de los teléfonos IP es el *HiPath 3000*.
- Una licencia SIP para los teléfonos.
- El software que se utiliza para configurar los routers es el *WinBox*, para habilitar las interfaces, el Wireless, configurar el bridge y el DHCP.

- Para la configuración de las cámaras utilizamos un software propio denominado *SADP* para la detección y configuración de las cámaras IP.
- Para la configuración del NVR se utiliza un software propio denominado *iVMS-4200*, que nos permite agregar las cámaras IP para el circuito de televisión

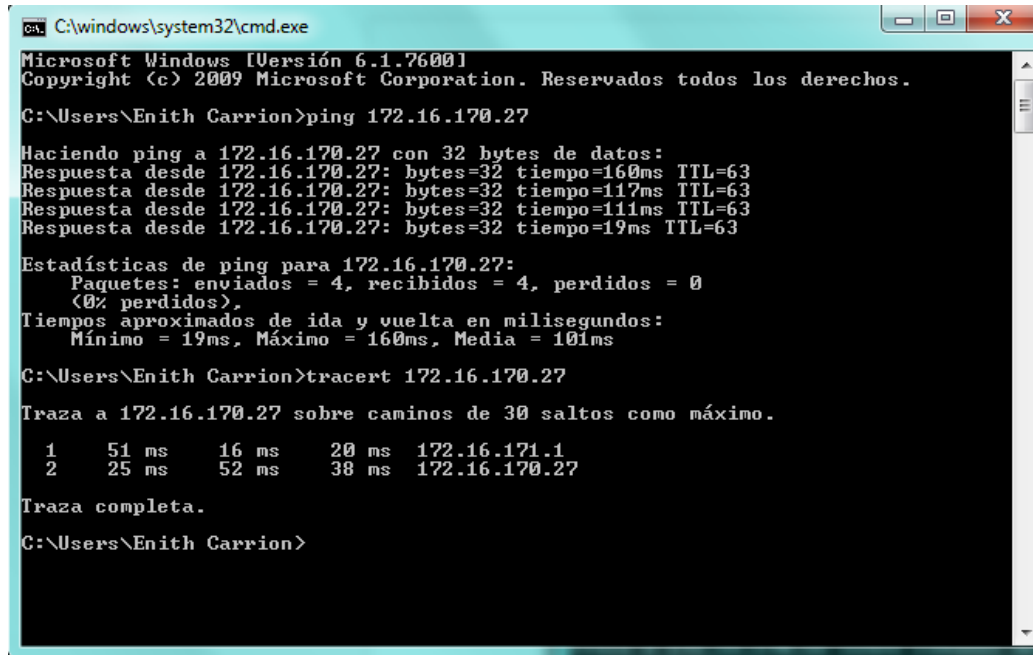
4.4.3. Prueba de establecimiento entre llamadas internas

Para ello se comprobará el establecimiento de la llamada entre las diferentes sub-redes, y oficinas de la Unidad de Negocio CELEC EP GENSUR. Con la ayuda del programa Winbox podemos acceder a los routers instalados tanto en la base como en la góndola de cada Aerogenerador. (Ver Fig. 4.10)

Neighbor List									
Neighbors									
Discovery Interfaces									
Interface	IP Address	MAC Address	Identity	Platform	Version	Board Name	IPv6	Age (s)	Uptime
bridge1	172.16.170.56	4C:5E:0C:65:C0:78	aero_base_1	MikroTik	6.15	RB2011UAS-2HnD	no	51	1d 16:11:24
bridge1	172.16.170.13	4C:5E:0C:65:BE:B7	aero_base_2	MikroTik	6.15	RB2011UAS-2HnD	no	58	3d 21:07:26
bridge1	172.16.170.15	D4:CA:6D:A2:84:5A	aero_base_3	MikroTik	6.15	RB2011UAS-2HnD	no	39	3d 21:07:26
bridge1	172.16.170.108	4C:5E:0C:68:25:80	aero_base_5	MikroTik	6.22	RB2011UAS-2HnD	yes	40	3d 17:22:07
bridge1	172.16.170.21	D4:CA:6D:E8:6F:7B	aero_base_6	MikroTik	6.22	RB2011UAS-2HnD	no	45	3d 21:06:25
bridge1	172.16.170.23	D4:CA:6D:EC:0B:38	aero_base_7	MikroTik	6.1	RB2011UAS-2HnD	no	22	3d 21:00:12
bridge1	172.16.170.84	D4:CA:6D:A2:84:1A	aero_base_8	MikroTik	6.15	RB2011UAS-2HnD	no	24	3d 17:17:25
bridge1	172.16.170.27	4C:5E:0C:65:BA:CC	aero_base_9	MikroTik	6.22	RB2011UAS-2HnD	no	44	00:31:23
bridge1	172.16.170.92	D4:CA:6D:ED:90:8D	aero_base_10	MikroTik	6.22	RB2011UAS-2HnD	no	2	4d 19:45:26
bridge1	172.16.170.107	4C:5E:0C:68:28:4C	aero_base_11	MikroTik	6.22	RB2011UAS-2HnD	no	52	3d 17:21:25
bridge1	172.16.170.60	4C:5E:0C:65:BD:DB	aero_gondola_1	MikroTik	6.15	RB2011UAS-2HnD	no	35	3d 17:21:24
bridge1	172.16.170.14	4C:5E:0C:65:C0:54	aero_gondola_2	MikroTik	6.15	RB2011UAS-2HnD	no	24	3d 19:49:25
bridge1	172.16.170.16	4C:5E:0C:65:BC:95	aero_gondola_3	MikroTik	6.15	RB2011UAS-2HnD	no	19	3d 20:33:25
bridge1	172.16.170.18	4C:5E:0C:68:2C:D5	aero_gondola_4	MikroTik	6.22	RB2011UAS-2HnD	no	50	3d 22:07:25
bridge1	172.16.170.20	4C:5E:0C:68:26:4C	aero_gondola_5	MikroTik	6.22	RB2011UAS-2HnD	no	1	3d 20:10:26
bridge1	172.16.170.22	D4:CA:6D:ED:9C:E1	aero_gondola_6	MikroTik	6.22	RB2011UAS-2HnD	no	28	3d 17:20:25
bridge1	172.16.170.24	4C:5E:0C:65:B6:4C	aero_gondola_7	MikroTik	6.15	RB2011UAS-2HnD	no	48	3d 20:56:25
bridge1	172.16.170.26	4C:5E:0C:65:B8:08	aero_gondola_8	MikroTik	6.15	RB2011UAS-2HnD	no	22	9d 18:11:58
bridge1	172.16.170.109	D4:CA:6D:E6:3A:42	aero_gondola_9	MikroTik	6.22	RB2011UAS-2HnD	no	42	6d 16:18:27
bridge1	172.16.170.85	D4:CA:6D:EC:07:2D	aero_gondola_10	MikroTik	6.22	RB2011UAS-2HnD	no	46	3d 16:56:25
bridge1	172.16.170.32	D4:CA:6D:ED:99:E1	aero_gondola_11	MikroTik	6.22	RB2011UAS-2HnD	no	1	12d 19:58:30
bridge1	192.168.149.11	D4:CA:6D:AC:08:7E	gar_fw_01	MikroTik	6.1	CCR1016-12G	no	15	4d 17:10:14

Fig. 4. 10 Direcciones Ip de routers instalados en la base y góndola de los Aerogeneradores. Diseño de autor.

Para verificar que existe conectividad se realiza un “ping” usando cmd al 172.16.170.27 que es la IP del router que está instalado en el aerogenerador-base-9. Aquí podemos observar los paquetes enviados, recibidos y los tiempos de respuesta. Además se realiza un trace router indicando que para la comunicación siempre debe pasar por el Router de Quito. (Ver Fig. 4.11)



```
C:\windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Enith Carrion>ping 172.16.170.27

Haciendo ping a 172.16.170.27 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 172.16.170.27: bytes=32 tiempo=160ms TTL=63
Respuesta desde 172.16.170.27: bytes=32 tiempo=117ms TTL=63
Respuesta desde 172.16.170.27: bytes=32 tiempo=111ms TTL=63
Respuesta desde 172.16.170.27: bytes=32 tiempo=19ms TTL=63

Estadísticas de ping para 172.16.170.27:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 19ms, Máximo = 160ms, Media = 101ms

C:\Users\Enith Carrion>tracert 172.16.170.27

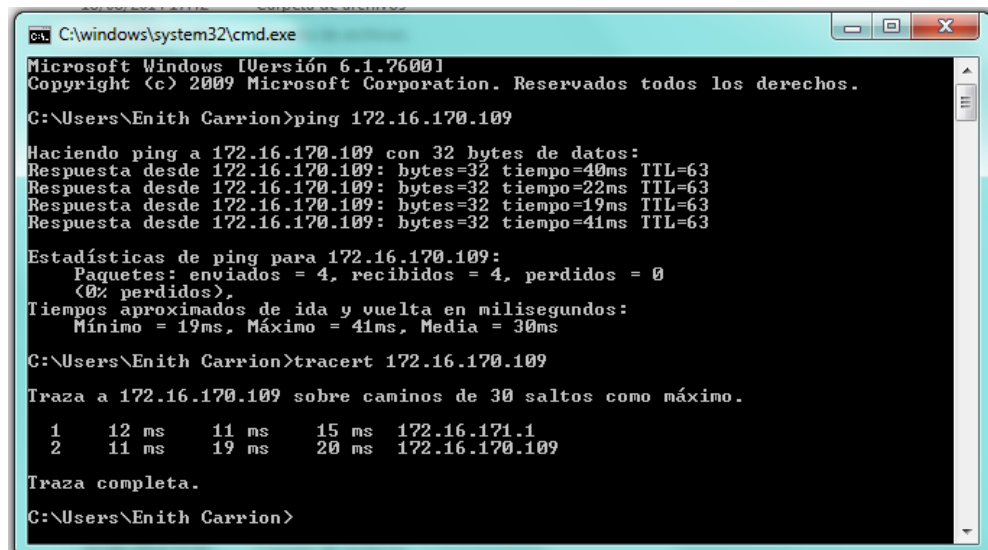
Traza a 172.16.170.27 sobre caminos de 30 saltos como máximo.

    1    51 ms    16 ms    20 ms    172.16.171.1
    2    25 ms    52 ms    38 ms    172.16.170.27

Traza completa.
C:\Users\Enith Carrion>
```

Fig. 4. 11 Ping realizado al terminal del Aero generado-base-9. Diseño de autor.

De igual manera se realiza un “ping” usando cmd al 172.16.170.109 que es la IP del router que está instalado en el aerogenerador-gondola-9. (Ver Fig. 4.12)



```
C:\windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Enith Carrion>ping 172.16.170.109

Haciendo ping a 172.16.170.109 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 172.16.170.109: bytes=32 tiempo=40ms TTL=63
Respuesta desde 172.16.170.109: bytes=32 tiempo=22ms TTL=63
Respuesta desde 172.16.170.109: bytes=32 tiempo=19ms TTL=63
Respuesta desde 172.16.170.109: bytes=32 tiempo=41ms TTL=63

Estadísticas de ping para 172.16.170.109:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 19ms, Máximo = 41ms, Media = 30ms

C:\Users\Enith Carrion>tracert 172.16.170.109

Traza a 172.16.170.109 sobre caminos de 30 saltos como máximo.

    1    12 ms    11 ms    15 ms    172.16.171.1
    2    11 ms    19 ms    20 ms    172.16.170.109

Traza completa.
C:\Users\Enith Carrion>
```

Fig. 4. 12 Ping realizado al terminal del Aerogenerador-base-9. Diseño de autor.

4.4.4. Prueba del escenario entre locales

Para ello se comprobará el establecimiento de la llamada entre las diferentes redes, entre las Oficinas Loja en donde se encuentra la Central Telefónica Siemens y El Aerogenerador-base-9. (Ver Fig. 4.13)

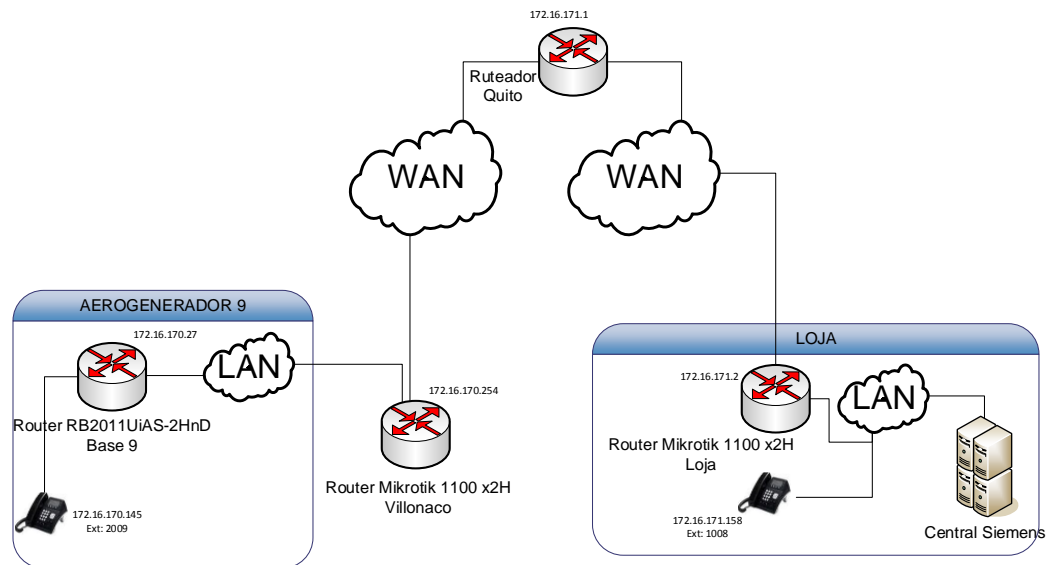


Fig. 4. 13 Esquema de prueba de establecimiento de llamada entre Aerogenerador-base-9 y Oficinas Loja. Diseño de autor.

Con el software de la Central Telefónica podemos observar que se encuentran en operación los teléfonos de todos los aerogeneradores y con la ayuda del winbox observamos el tráfico generado al momento de realizar una llamada, en este caso nuestro teléfono se encuentra conectado al puerto 2 de nuestro switch (Ver Fig. 4.14). En la figura 4.15 podemos observar tanto el tráfico enviado (al realizar la llamada) como el tráfico recibido (contestar la llamada), además poder ver la cantidad de paquetes enviados y recibidos.

	N° llam.	DuWa	Nombre	Estado	Tipos	Tipos	Act
113	1083	1083	GS5	⊗ * M	Puerto sin terminal	Estándar	STMI2
114	2001	2001	aerogenerador 1	⊗	OpenStage 15	Estándar	STMI2 1
115	2002	2002	aerogenerador 2	⊗	OpenStage 15	Estándar	STMI2 1
116	2003	2003	aerogenerador 3	⊗	OpenStage 15	Estándar	STMI2 1
117	2004	2004	aerogenerador 4	⊗ *	OpenStage 15	Estándar	STMI2 1
118	2005	2005	aerogenerador 5	⊗ *	OpenStage 15	Estándar	STMI2 1
119	2006	2006	aerogenerador 6	⊗	OpenStage 15	Estándar	STMI2 1
120	2007	2007	aerogenerador 7	⊗	OpenStage 15	Estándar	STMI2 1
121	2008	2008	aerogenerador 8	⊗	OpenStage 15	Estándar	STMI2 1
122	2009	2009	aerogenerador 9	⊗	OpenStage 15	Estándar	STMI2 1
123	2010	2010	aerogenerador 10	⊗	OpenStage 15	Estándar	STMI2 1
124	2011	2011	aerogenerador 11	⊗	OpenStage 15	Estándar	STMI2 1
125	1084	1084		⊗ * M	Puerto sin terminal	Estándar	STMI2

Fig. 4. 14 Extensiones de Aerogeneradores con HiPath 3000. Diseño de autor.

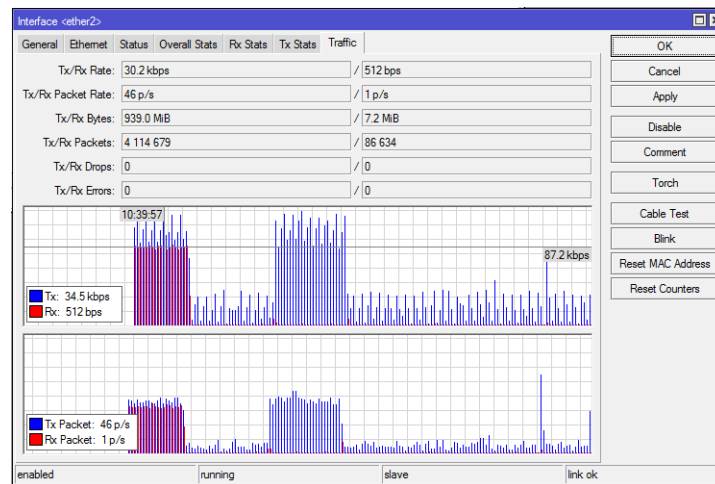


Fig. 4. 15 Tráfico de una sola llamada. Diseño de autor.

4.4.5. Prueba de consumo de ancho de banda, capacidad de la red y del servidor

Para calcular el tráfico de voz en la hora Pico a través de software HiPath Manager 3000 se realiza prueba de llamadas a los Aerogeneradores dando un promedio total de: 113.6 kbps y 71 paquetes enviados. En la siguiente tabla obtenemos el tráfico en el peor escenario. (Ver Fig. 4.16)

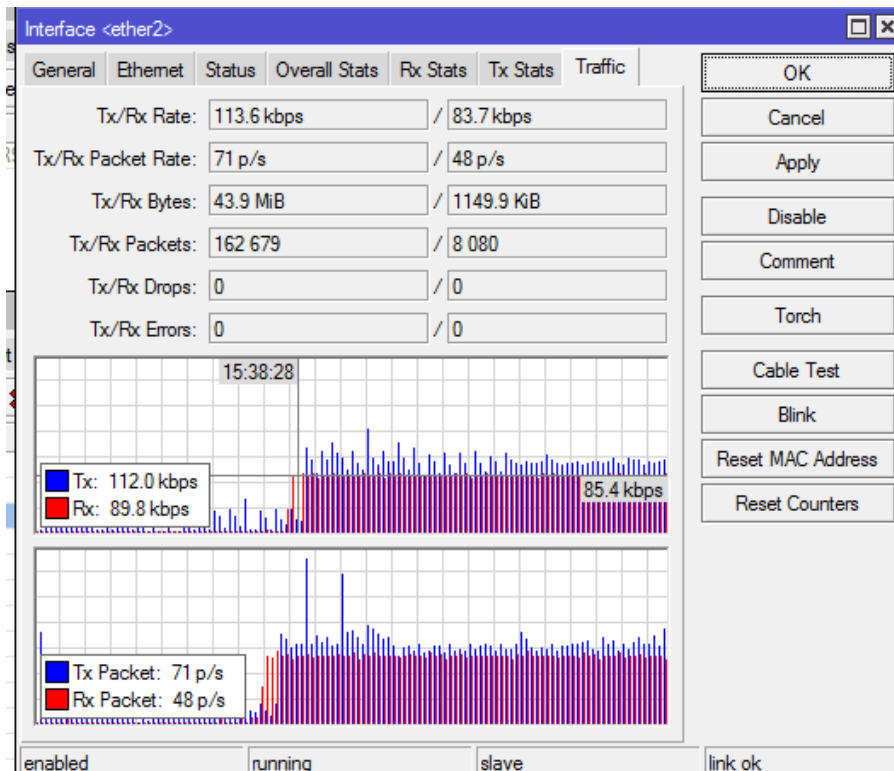


Fig. 4. 16 Trafico en hora pico de una sola llamada. Diseño de autor.

Llamada	1 Aerogenerador	11 Aerogeneradores
Tx	112.0 kbps	1.232 Mbps
Rx	89.8 kbps	0.987 Mbps
Total		1.1095 Mbps

Tabla 4. 3 Tráfico total que genera cada teléfono. Diseño de autor.

4.4.6. Trafico que se tiene con las cámaras instaladas en los aerogeneradores.

Para las pruebas de tráfico que generan las cámaras, se las realizó con la ayuda del software WinBox en el router de cada aerogenerador, donde se analizaron diferentes casos, tanto con la cámara encendida como apagada. A continuación se presenta el tráfico de las once cámaras instaladas en cada uno de los aerogeneradores. (Ver figuras 4.18 - 4.38)

- Tráfico que genera la cámara 1 prendida.

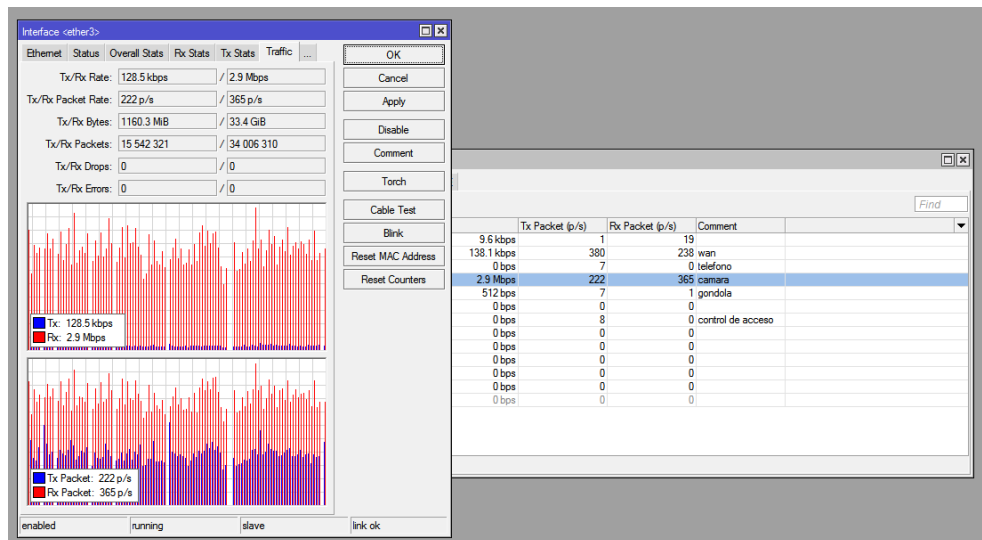


Fig. 4. 17 Tráfico que genera la cámara 1 prendida. Software WinBox.
Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 1 apagada.

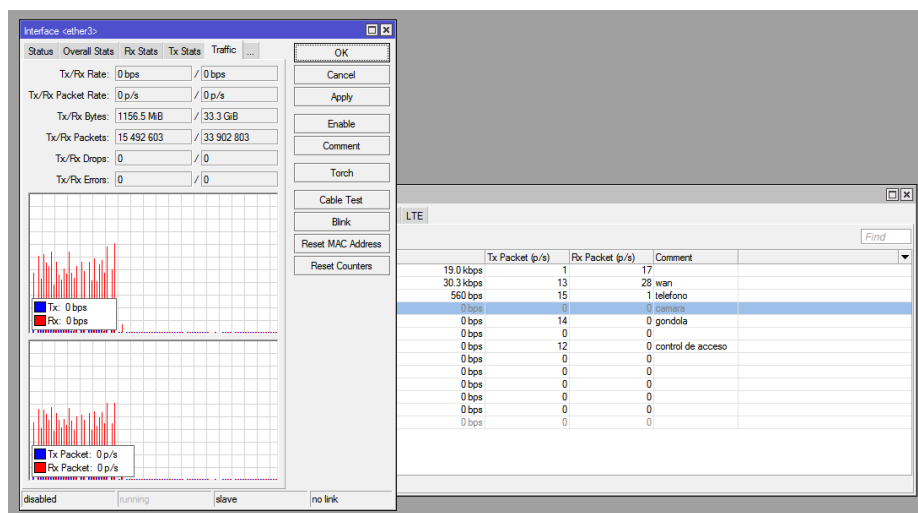


Fig. 4. 18 Tráfico que genera la cámara 1 apagada. Software WinBox.
Diseño de autor.

- Tráfico que la cámara 2 encendida.

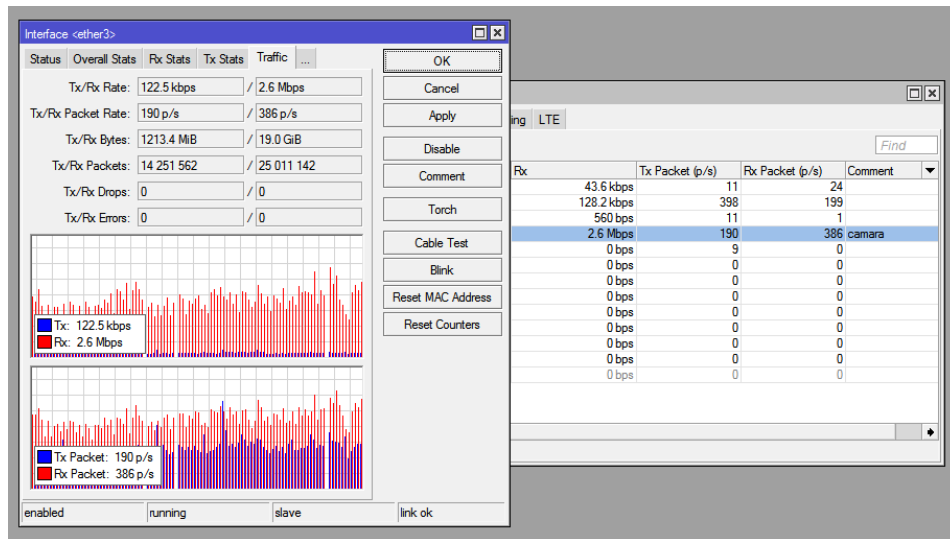


Fig. 4. 19 Tráfico que genera la cámara 2 encendida. Software WinBox.

Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 2 apagada.

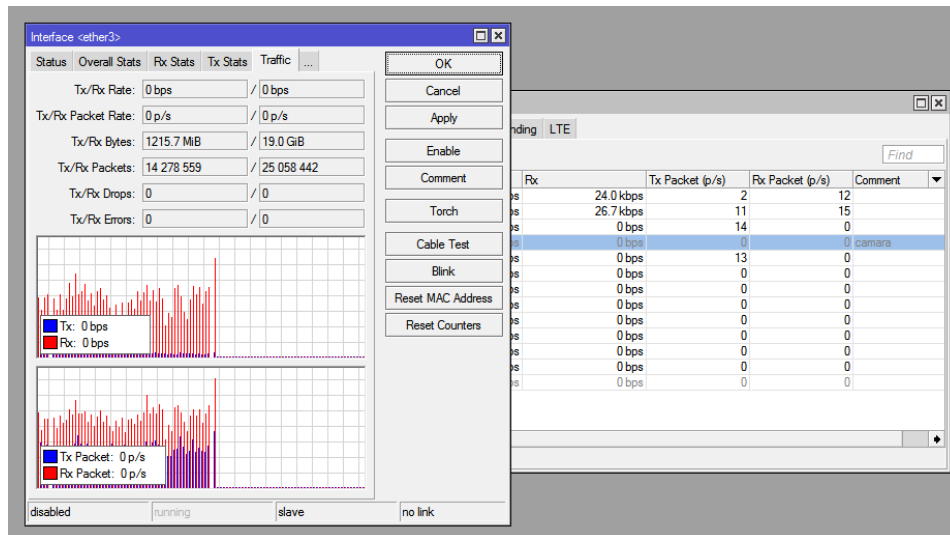


Fig. 4. 20 Tráfico que genera la cámara 2 apagada. Software WinBox.

Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 3 prendida.

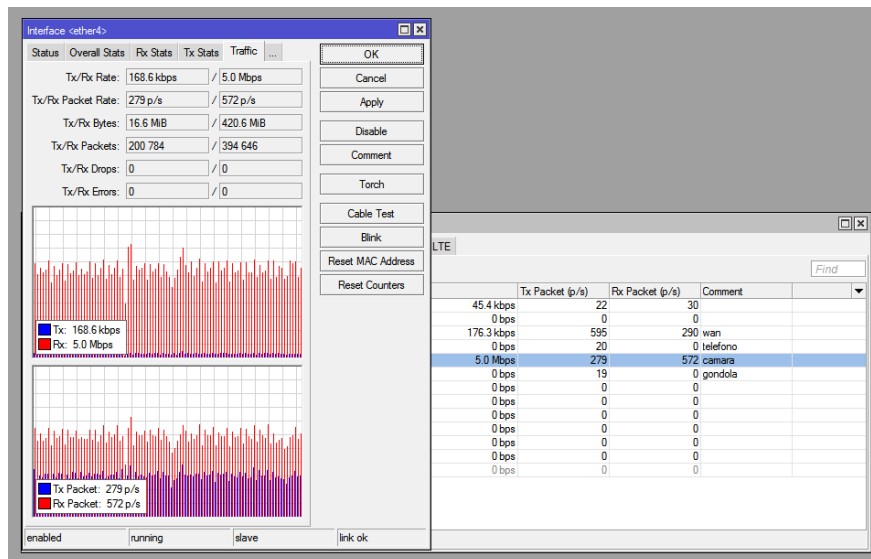


Fig. 4. 21 Tráfico que genera la cámara 3 encendida. Software WinBox.

Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 3 apagada.

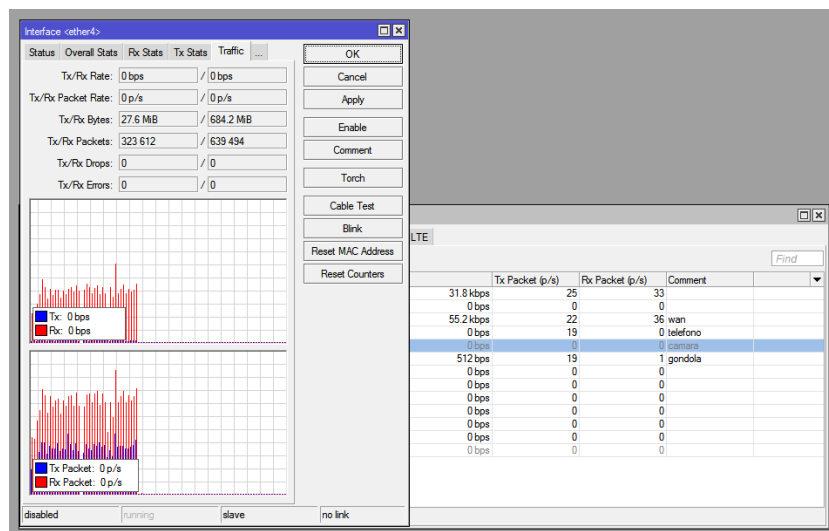


Fig. 4. 22 Tráfico que genera la cámara 3 apagada. Software WinBox.

Diseño de autor.

- **Tráfico que genera la cámara 4 prendida.**

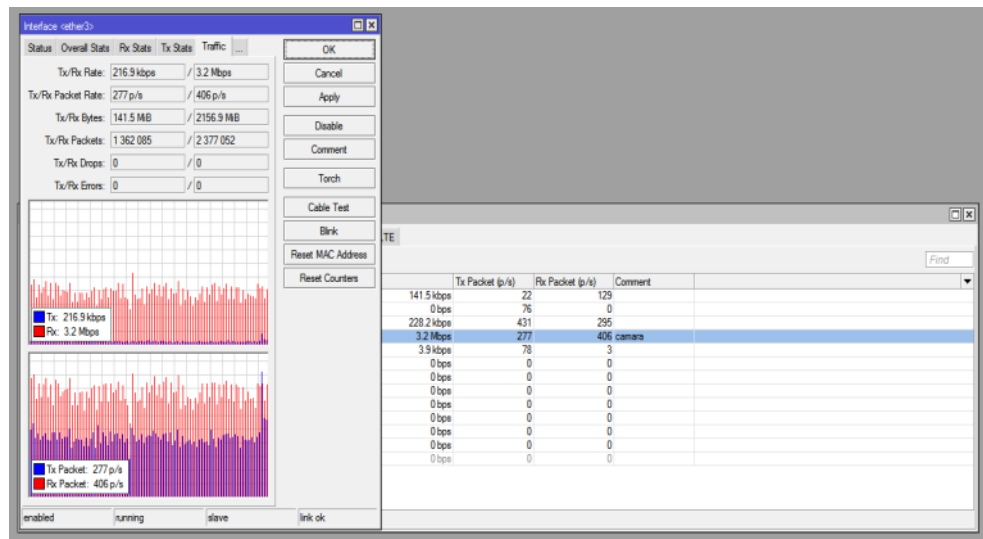


Fig. 4. 23 Tráfico que genera la cámara 4 encendida. Software WinBox.

Diseño de autor.

- **Tráfico que genera la cámara 4 apagada.**

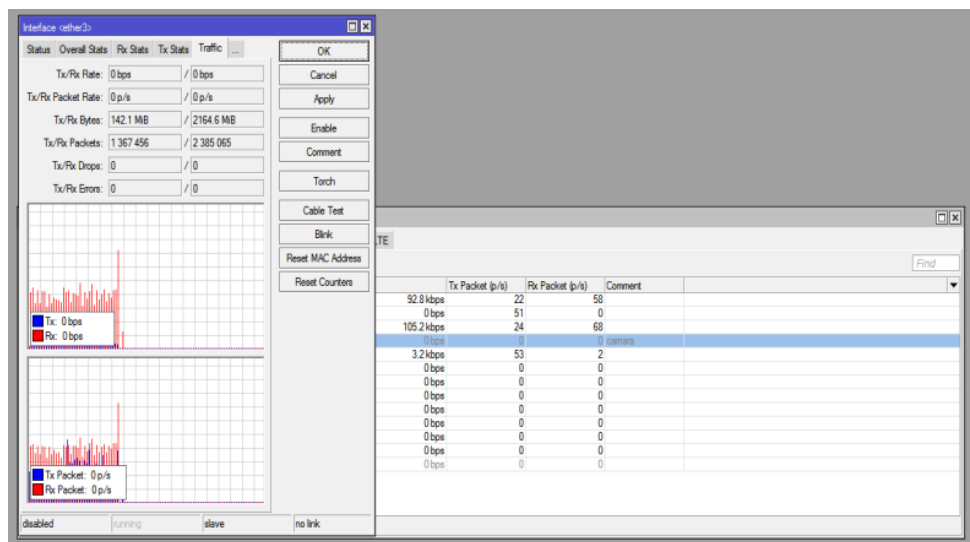


Fig. 4. 24 Tráfico que genera la cámara 4 apagada. Software WinBox.

Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 5 prendida.

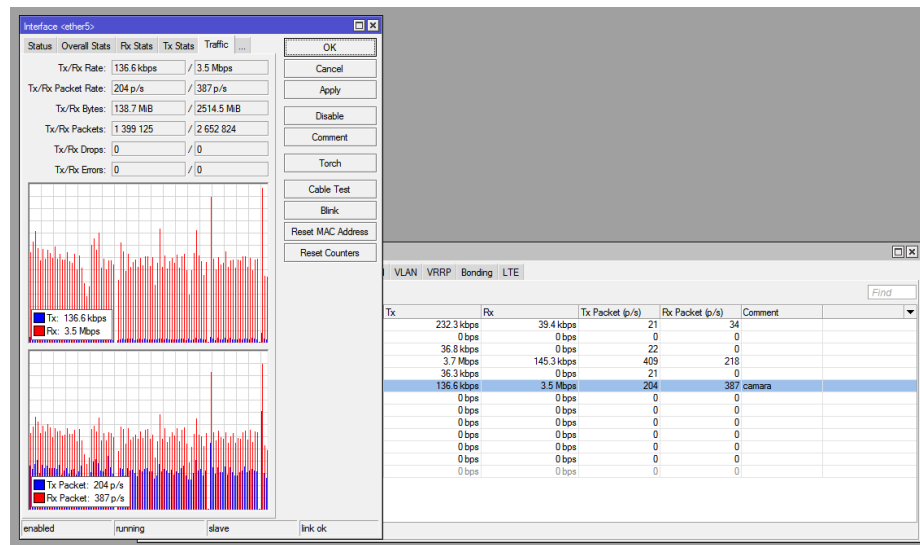


Fig. 4. 25 Tráfico que genera la cámara 5 encendida. Software WinBox.

Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 5 apagada.

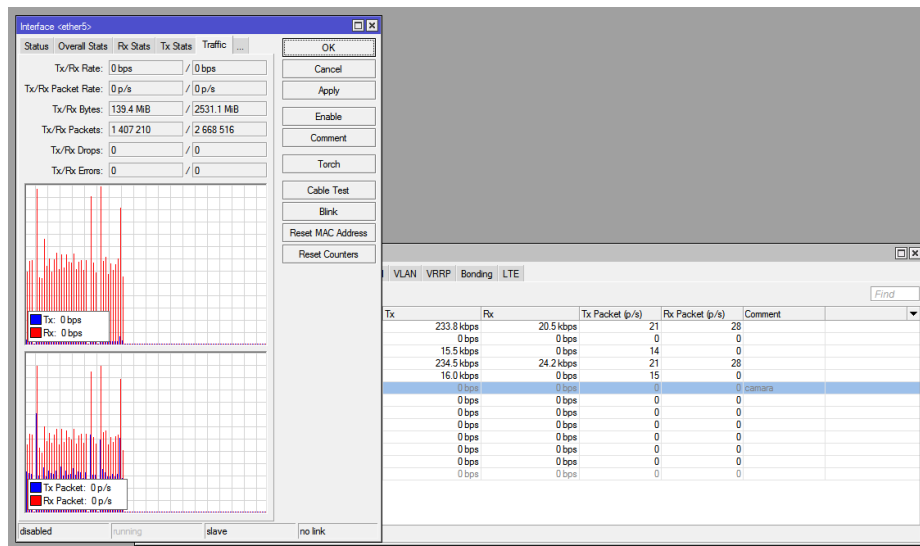


Fig. 4. 26 Tráfico que genera la cámara 5 apagada. Software WinBox.

Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 6 prendida.

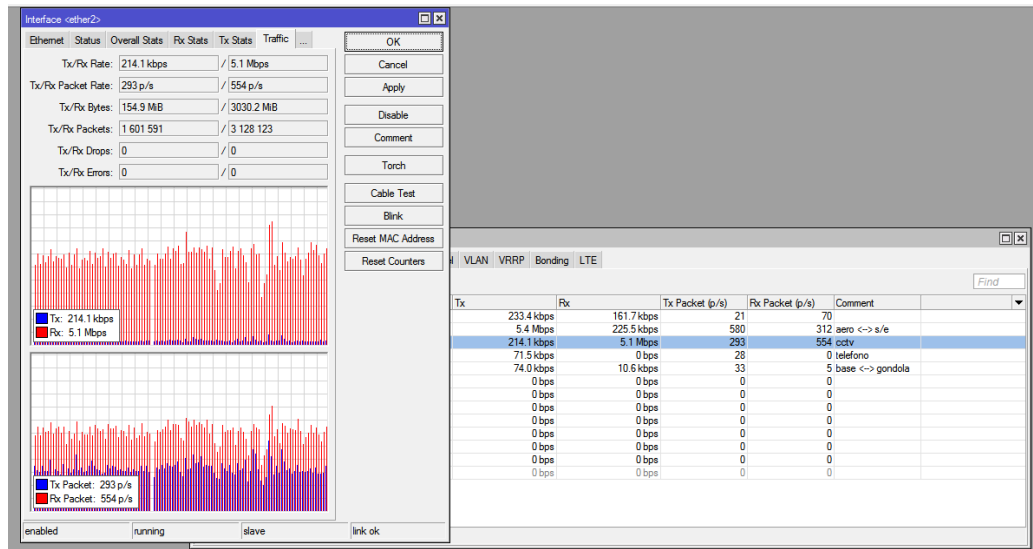


Fig. 4. 27 Tráfico que genera la cámara 6 encendida. Software WinBox.

Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 6 apagada.

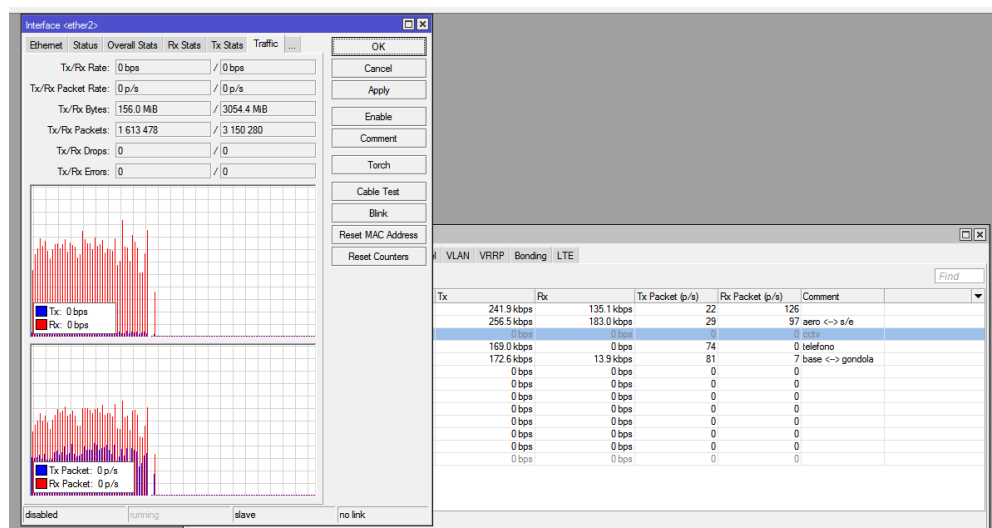


Fig. 4. 28 Tráfico que genera la cámara 6 apagada. Software WinBox.

Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 7 prendida.

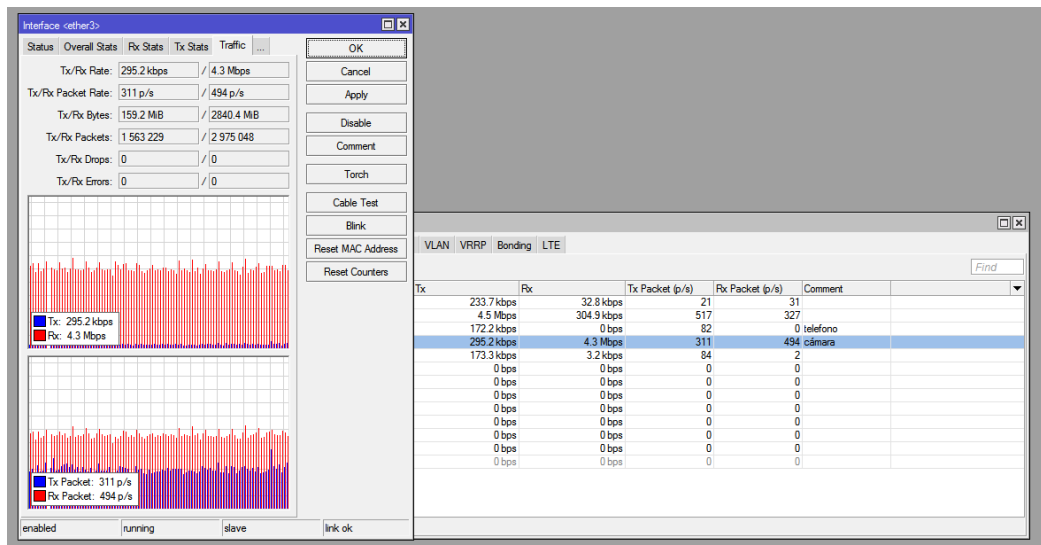


Fig. 4. 29 Tráfico que genera la cámara 7 encendida. Software WinBox.
Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 7 apagada.

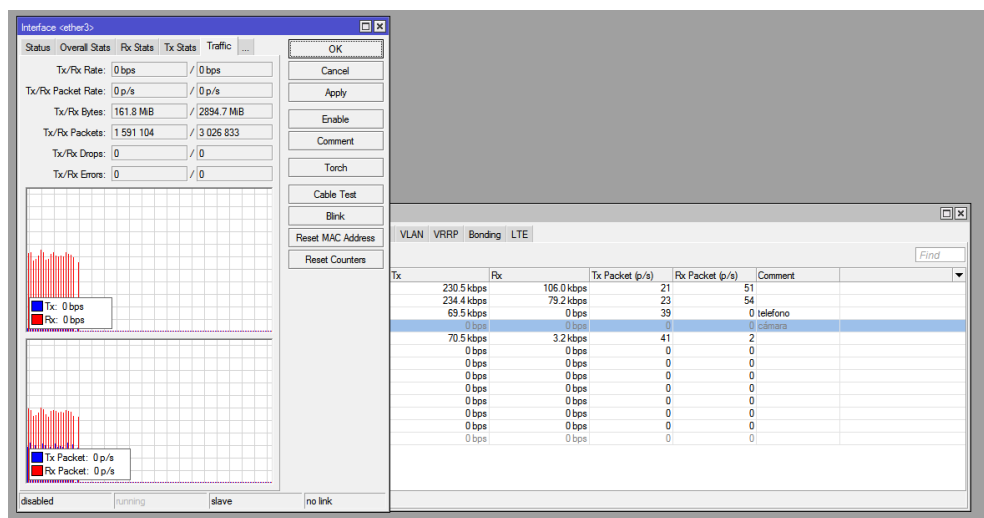


Fig. 4. 30 Tráfico que genera la cámara 7 encendida. Software WinBox.
Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 8 prendida.

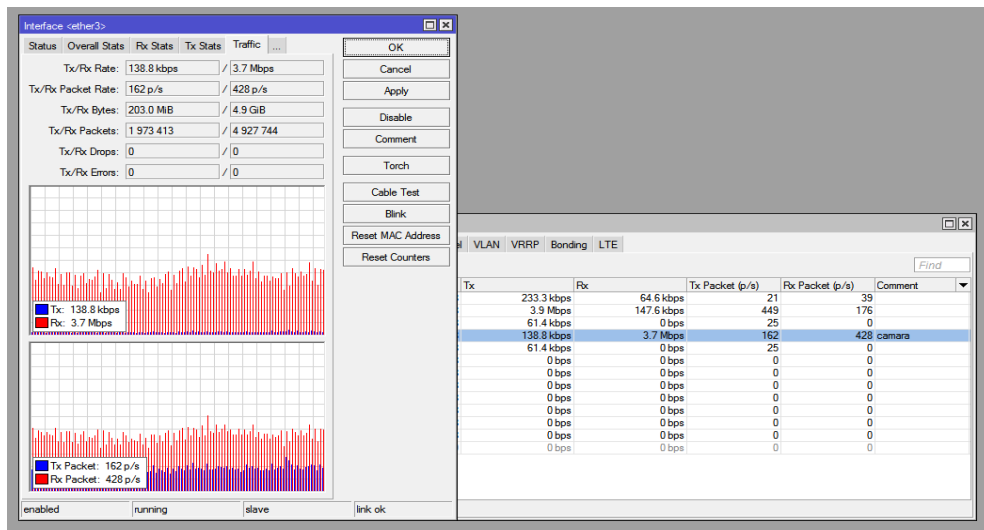


Fig. 4. 31 Tráfico que genera la cámara 8 encendida. Software WinBox.
Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 8 apagada.

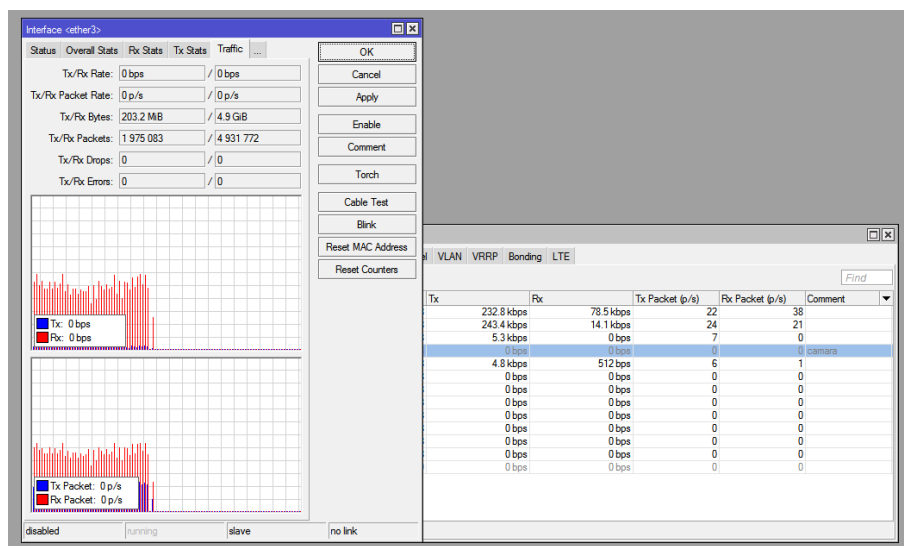


Fig. 4. 32 Tráfico que genera la cámara 8 apagada. Software WinBox.
Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 9 preendida.

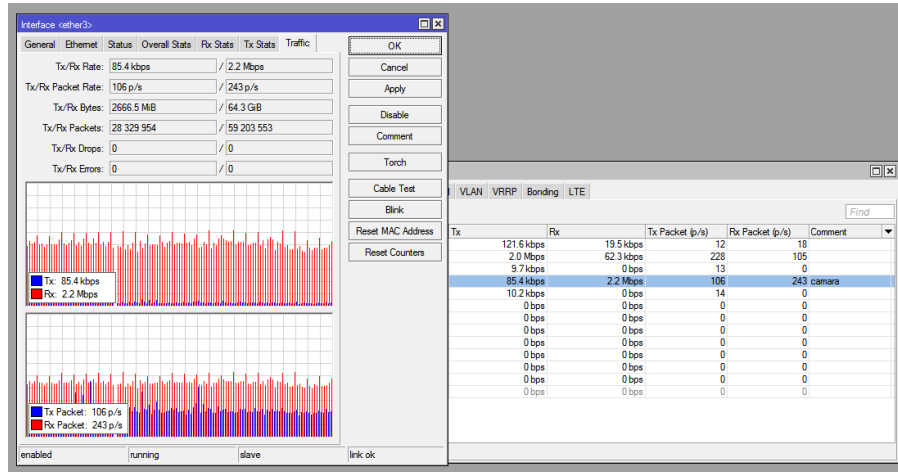


Fig. 4. 33 Tráfico que genera la cámara 9 encendida. Software WinBox.

Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 9 apagada.

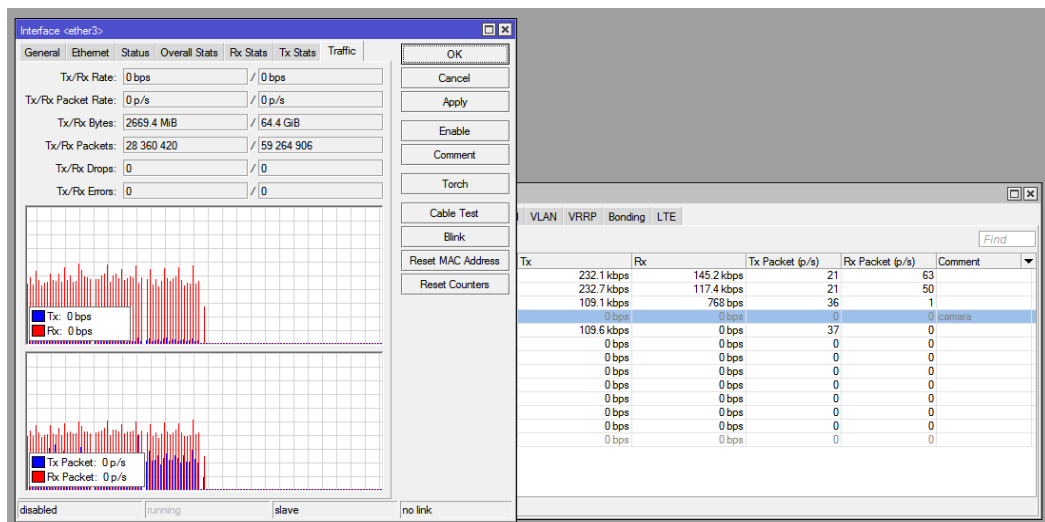


Fig. 4. 34 Tráfico que genera la cámara 9 apagado. Software WinBox.

Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 10 prendida.

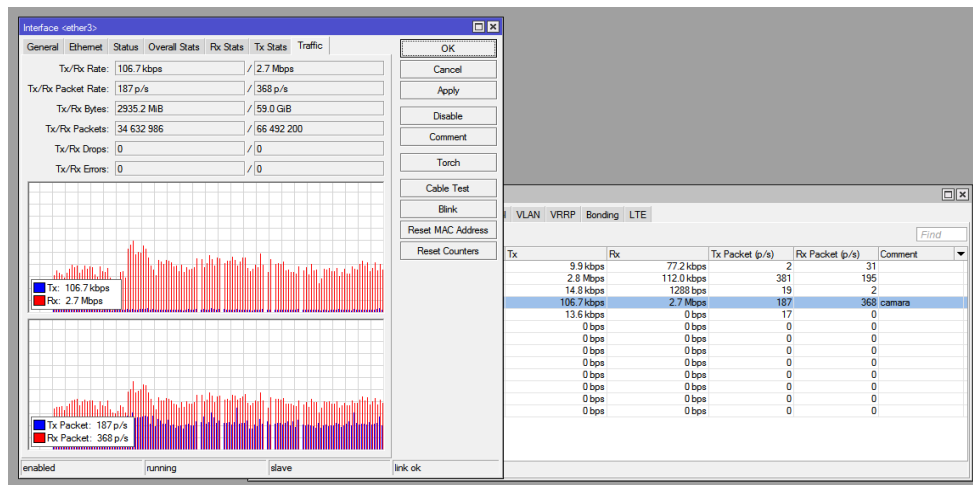


Fig. 4. 35 Tráfico que genera la cámara 10 encendida. Software WinBox.
Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 10 apagada

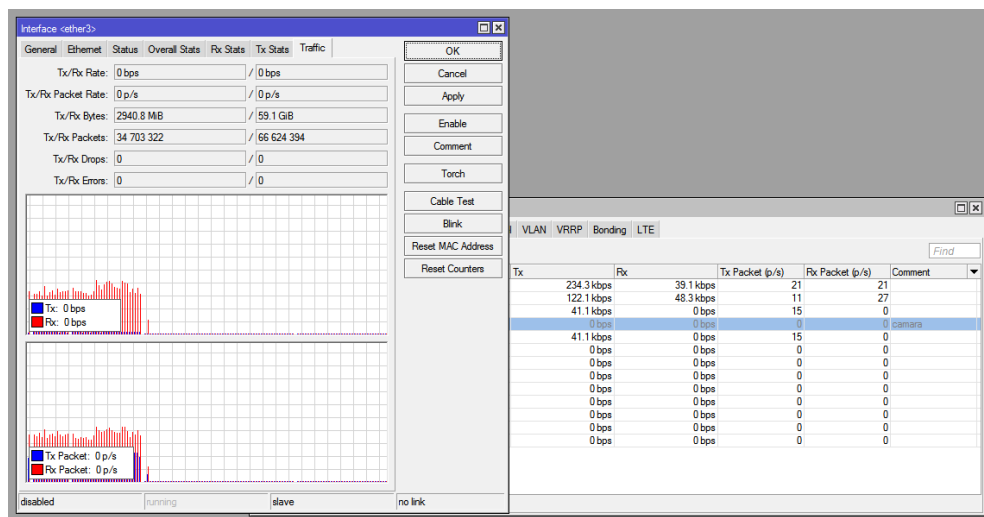


Fig. 4. 36 Tráfico que genera la cámara 10 apagada. Software WinBox.
Diseño de autor.

- Tráfico que genera la cámara 11 prendida.

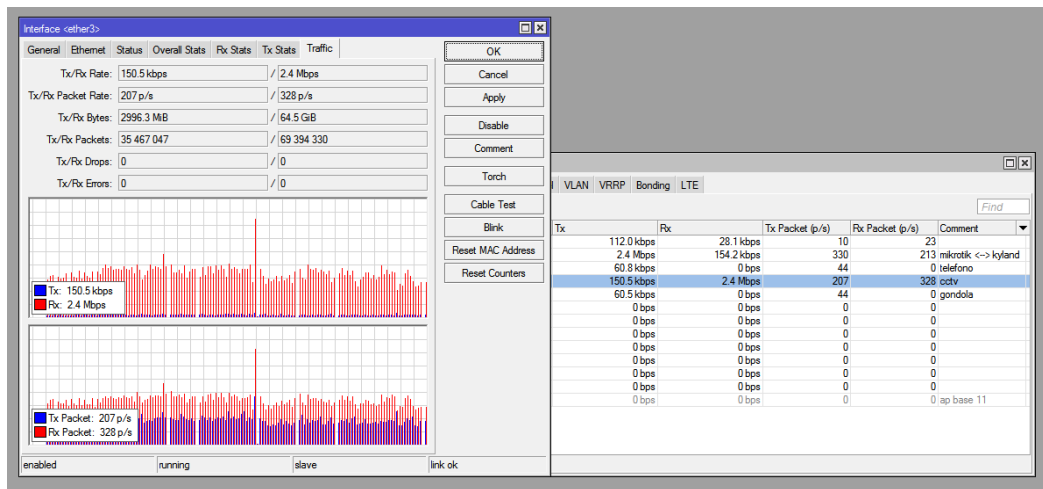


Fig. 4. 37 Tráfico que genera la cámara 11 encendida. Software WinBox.

- Tráfico que la cámara 11 apagada.

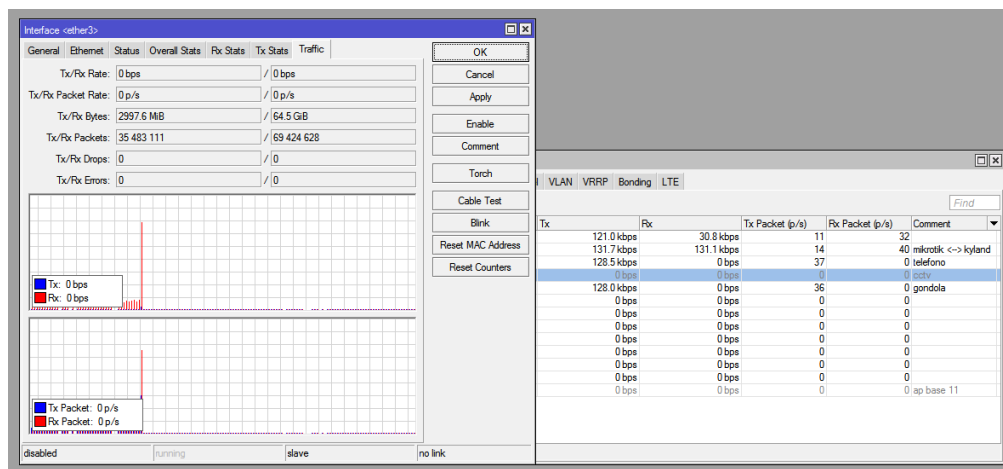


Fig. 4. 38 Tráfico que genera la cámara 11 apagada. Software WinBox.

Diseño de autor.

Para calcular el tráfico generado por las cámaras IP, se procede a observar en WinBox qué tráfico genera el puerto 3, ya que en éste se encuentra conectado la cámara.

Cámara	Trafico Generado
Aero 1	2.9 Mbps
Aero 2	2.6 Mbps
Aero 3	5.0 Mbps
Aero 4	3.2 Mbps
Aero 5	5.1 Mbps
Aero 6	4.2 Mbps
Aero 7	4.3 Mbps
Aero 8	3.7 Mbps
Aero 9	2.2 Mbps
Aero 10	2.7 Mbps
Aero 11	2.4 Mbps
Promedio	3.48 Mbps

Tabla 4. 4 Tráfico total que genera cada cámara. Diseño de autor.

La capacidad de la red está limitada por nuestra Unidad de Negocio, en el caso de la Central Eólica Villonaco son 10 MB, de lo cual el 1.10 Mbps es ocupado por los teléfonos y las cámaras con 3.48 Mbps. El ancho de banda entre los teléfonos y las cámaras es de 4.58 Mbps.

4.4.7. Llamada Aerogeneradores

La comunicación a los Aerogeneradores es culminada con éxito, la llamada es inmediata y sin interrupción alguna.



Fig. 4. 39 Prueba realizada utilizando el teléfono del aerogenerador 9.
Diseño de autor.

4.4.8. Cámaras Aerogeneradores

Las cámaras fueron instaladas correctamente, con esto podemos observar la base de los Aerogeneradores, específicamente los 4 armarios disponibles en los que trabajan la gente de mantenimiento.



Fig. 4. 40 Prueba de video, aerogenerador 1. Diseño de autor.



CAPITULO 5

ANÀLISIS TÈCNICO ECONÒMICO



INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se realizará un análisis de la inversión que se efectuó para poner operativo el proyecto: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED VoIP EN LA CENTRAL EÓLICA VILLONACO”. En el análisis de rentabilidad, se considera un año móvil de producción desde el primero de julio del 2013, fecha en la cual fue declarada en operación comercial la central hasta el 31 de junio del 2014, durante este periodo se realizaron 2 mantenimientos a las unidades de generación, el semestral, el anual y una serie de intervenciones por indisponibilidades no programadas que necesitan una coordinación en tiempo real entre el Centro de Control y las unidades de generación.

Además se enfatizará que este proyecto no solo presenta beneficios económicos, sino también presenta beneficios incuantificables al mejorar la seguridad del personal que ejecuta trabajos de operación y mantenimiento. Los valores económicos analizados, son reales, tomando en consideración los diferentes procesos de compra.

5.1 COSTOS.

Dentro de este proyecto se han clasificado los costos en equipamiento, recurso humano (mano de obra) y movilización.

5.1.1 Costos del equipamiento

El equipo necesario para implementar el proyecto DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED VoIP EN LA CENTRAL EÓLICA VILLONACO, se describe en la tabla 5.1

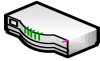




COSTOS DE EQUIPAMIENTO				
SIMBOLO	CANTIDAD	EQUIPO	COSTO (u) \$USD	COSTO (T) \$USD
	22	SWITCH (8 puertos), administrable, QoS	216.50	4763.00
	11	CÁMARA 3Mpx	214.06	2354.00
	11	TELEFONO IP Wifi	2017.12	2388.32
	1	LNVR (24 puertos), capacidad de almacenamiento	2012.42	2012.42
	1	MONITOR 55"	670	670
TOTAL				12,187.74

Tabla 5. 1 Costos equipamiento. Diseño de autor.

5.1.2 Costos recursos humanos

La mano de obra para la implementación y dirección técnica, será realizada por el personal de la central eólica Villonaco, un ingeniero en sistemas y dos asistentes técnicos, por un tiempo aproximado de 15 días.

COSTO RECURSO HUMANO			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO \$ (U)	COSTO \$ (T)
1	Implementación mano de obra	1000	1000
TOTAL			1000

Tabla 5. 2 Costos de Recursos Humano. Diseño de autor.

5.1.3 MOVILIZACIÓN

Se contabilizan aproximadamente 40 viajes entre la ciudad de Loja y la Central Eólica Villonaco en la etapa de implementación, en base al contrato de movilización vigente del personal de operación y mantenimiento de la central eólica Villonaco, se asume este valor.

COSTOS MOVILIZACIÓN			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO \$ (U)	COSTO \$ (T)
40	Viajes Loja - Central Eólica Villonaco	500	500
		TOTAL	500

Tabla 5. 3 Costos de Recursos Humanos. Diseño de autor.

En resumen la inversión que se realizó en la implementación de la red VoIP propuesta, es de USD \$16,043.06.

El principal ahorro económico que se tendrá en la implementación de la red VoIP de la Central Eólica Villonaco, es la disminución del uso del teléfono móvil, es así que en base a los tiempos de mantenimiento empleado durante un año se ha estimado los minutos empleados para coordinar y comunicar los trabajos entre el Centro de Control y las unidades de generación.

Para ello analizamos los tiempos de mantenimiento durante un año móvil comprendido entre el primero de julio 2013 y el 30 de junio de 2014.



5.2 TIEMPOS DE MANTENIMIENTO

5.2.1 Mantenimiento semestral

El primer mantenimiento semestral de la Central Eólica Villonaco se realizó del 30 de septiembre al 30 de octubre del 2013, cuyas actividades fueron ejecutadas según las especificaciones del fabricante y su duración fue de 80 horas y 59 minutos, que se detallan en la siguiente tabla.

MANTENIMIENTO SEMESTRAL		
UG	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN
1	Mantenimiento semestral, eléctrico, mecánica de torque, humedad, etc.	11:04:00
2	Mantenimiento semestral, eléctrico, mecánica de torque, humedad, etc.	3:58:00
3	Mantenimiento semestral, eléctrico, mecánica de torque, humedad, etc.	6:32:00
4	Mantenimiento semestral, eléctrico, mecánica de torque, humedad, etc.	5:05:00
5	Mantenimiento semestral, eléctrico, mecánica de torque, humedad, etc.	12:50:00
6	Mantenimiento semestral, eléctrico, mecánica de torque, humedad, etc.	6:32:00
7	Mantenimiento semestral, eléctrico, mecánica de torque, humedad, etc.	6:40:00
8	Mantenimiento semestral, eléctrico, mecánica de torque, humedad, etc.	6:07:00
9	Mantenimiento semestral, eléctrico, mecánica de torque, humedad, etc.	4:11:00
10	Mantenimiento semestral, eléctrico, mecánica de torque, humedad, etc.	10:27:00
11	Mantenimiento semestral, eléctrico, mecánica de torque, humedad, etc.	7:33:00



MANTENIMIENTO SEMESTRAL		
UG	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN
TOTAL		80:59:00

Tabla 5. 4 Mantenimiento Semestral por unidad. Diseño de autor.

5.2.2 Mantenimiento anual

El primer mantenimiento anual de la Central Eólica Villonaco se realizó del 10 de abril al 08 de mayo del 2014, cuyas actividades fueron ejecutadas según las especificaciones del fabricante y su duración se indica en la siguiente tabla.

MANTENIMIENTO ANUAL 2014						
	Fecha y hora de inicio		Fecha y hora de finalización		Tiempo de Mantenimiento	Tiempo total de mantenimiento
WTG 1	10/04/2014	9:28	10/04/2014	17:35	8:07	15:22:00
	05/05/2014	15:52	06/05/2014	13:45	7:15	
WTG 2	11/04/2014	9:27	11/04/2014	13:10	3:43	10:24:00
	01/05/2014	13:39	01/05/2014	20:20	6:41	
WTG 3	11/04/2014	14:23	11/04/2014	17:35	3:12	11:19:00
	30/04/2014	9:24	30/04/2014	17:31	8:07	
WTG 4	12/04/2014	9:17	12/04/2014	12:20	3:03	11:05:00
	29/04/2014	8:55	29/04/2014	12:47	3:52	
	08/05/2014	9:20	08/05/2014	13:30	4:10	
WTG 5	12/04/2014	12:26	12/04/2014	15:39	3:13	16:41:00
	02/05/2014	9:20	02/05/2014	19:10	9:50	
	08/05/2014	14:12	08/05/2014	17:50	3:38	
WTG 6	14/04/2014	9:45	14/04/2014	13:04	3:19	6:53:00
	25/04/2014	15:05	25/04/2014	18:39	3:34	
WTG 7	14/04/2014	14:16	14/04/2014	16:53	2:37	9:54:00
	24/04/2014	14:40	24/04/2014	18:05	3:25	
	06/05/2014	14:51	06/05/2014	18:43	3:52	
WTG 8	15/04/2014	9:30	15/04/2014	12:52	3:22	3:22:00
WTG 9	15/04/2014	14:12	15/04/2014	18:17	4:05	4:05:00
WTG 10	16/04/2014	9:24	16/04/2014	12:16	2:52	11:39:00
	21/04/2014	9:31	21/04/2014	18:18	8:47	
WTG 11	16/04/2014	12:25	16/04/2014	16:17	3:52	10:36:00
	17/04/2014	9:23	17/04/2014	16:07	6:44	
TOTAL						111:20:00

Tabla 5. 5 Mantenimiento Anual por unidad. Diseño de autor.

5.2.3 Indisponibilidades no programadas

5.2.3.1 Fallas internas

Durante el año móvil analizado se registraron 387 fallas, lo que produjo 186:24:17 horas de indisponibilidad. A continuación, se presenta una tabla resumen de ellas.

FALLAS INTERNAS			
UG	Descripción de la Falla	# FALLAS	INDISPONIBILIDAD (H)
1	Error in comparison of 3-phase power	3	0:59:00
1	Error wind vane	1	0:13:00
SUBTOTAL WTG 1		4	1:12:00
2	Error acceleration nacelle limit	34	9:43:18
2	Error yaw left feedback	1	0:12:00
SUBTOTAL WTG 2		35	9:55:18
3	Error wind vane	1	0:13:00
3	Error tower base fan operation	2	16:11:00
SUBTOTAL WTG 3		3	16:24:00
4	Error acceleration nacelle limit	11	2:05:00
4	Error safety system plc em stop demand	1	1:12:00
SUBTOTAL 4		12	3:17:00
5	Device Break	1	1:17:00
5	Error acceleration nacelle limit	25	6:37:00
5	Error deviation main rotary encoder position of three blades	36	34:15:00
5	Error pitch 1 fault word	2	0:51:00



FALLAS INTERNAS			
UG	Descripción de la Falla	# FALLAS	INDISPONIBILIDAD (H)
5	Error pitch 2 fault word	4	6:29:00
5	Error wind vane	1	0:03:00
5	Converter grid IGBT over-current _converter	1	3:09:00
SUBTOTAL 5		70	52:41:00
6	Converter grid IGBT over-current _converter	4	3:10:00
6	Error safety system rotor lock	1	2:11:00
6	Error safety system plc em stop demand	1	1:46:00
SUBTOTAL 6		6	7:07:00
7	Error acceleration nacelle limit	1	0:13:00
7	Error grid active power limit max	1	0:15:00
SUBTOTAL 7		2	0:28:00
8	Error acceleration nacelle limit	105	24:36:59
8	Error safety system overspeed modul	2	14:06:00
SUBTOTAL 8		107	38:42:59
9	Current unsymmetry	6	0:54:00
9	Device Break	3	1:51:00
9	Error grid reactive power max	1	0:13:00
9	Error ups tower base	1	3:04:00
9	High current	1	0:02:00
SUBTOTAL 9		12	6:04:00
10	Current unsymmetry	1	0:30:00
10	Device Break	5	1:02:00
10	Error acceleration nacelle limit	89	24:02:00

FALLAS INTERNAS			
UG	Descripción de la Falla	# FALLAS	INDISPONIBILIDAD (H)
10	Error deviation main rotary encoder position of three blades	1	0:13:00
10	Error grid reactive power max	1	0:03:00
10	Error wind anemometer	17	14:27:00
SUBTOTAL 10		114	40:17:00
11	Error acceleration nacelle limit	17	3:49:00
11	Error converter feedback	1	0:21:00
11	Converter grid IGBT over-current _converter	1	4:29:00
11	Error grid active power relation	3	1:37:00
SUBTOTAL 11		22	10:16:00
TOTAL		387	186:24:17

Tabla 5. 6 Fallas por unidad. Diseño de autor.

5.2.3.2 Fallas externas

En el periodo de análisis se registraron 2 fallas externas, que provocaron la salida de la central de sincronismo, que cuantificó 5:18:22 horas de indisponibilidad, suscitadas en los meses de agosto y septiembre del 2013, conforme se detalle en la tabla No. 9, pero estas fallas no necesitaron intervención del personal en situ, por lo cual no son contabilizadas dentro de nuestro análisis.

FALLAS EXTERNAS		
MES	INDISPONIBILIDAD (HORAS)	DESCRIPCIÓN
ago-13	2:20:44	09/08/13.- S/E Loja - Bahía Cuenca Loja
sep-13	2:57:38	09/09/13.- Baja de voltaje Red EERSA.



Total general	5:18:22
----------------------	----------------

Tabla 5. 7 Resumen de indisponibilidad por fallas externas por unidad de generación y mensual. Diseño de autor.

5.2.3.3 Mantenimientos correctivos

En el año 2013 se realizaron 44 mantenimientos correctivos, lo que produjo 1090:09 horas de indisponibilidad, que se pueden observar en la tabla No. 10.

UG	# MANT. CORRETIVOS	MANT. CORRECTIVO
1	2	94:30:00
2	3	99:56:00
3	3	112:28:00
4	4	98:53:00
5	7	111:11:00
6	4	102:01:00
7	3	83:22:00
8	5	101:52:00
9	5	118:48:00
10	5	83:50:00
11	3	83:18:00
Total	44	1090:09:00

Tabla 5. 8 Resumen número de mantenimientos correctivos por unidad de generación. Diseño de autor.

En resumen, podemos agrupar los mantenimientos, y contabilizar el tiempo en el cual se necesitó personal en situ para reponer el sistema e ingresen las máquinas en sincronismo con el SNT.



CENTRAL EÓLICA VILLONACO	
TIPOS DE MANTENIMIENTO	TIEMPO DE MANTENIMIENTO (h)
Mantenimiento Semestral	80:59:00
Mantenimiento Anual	111:20:00
Mant. Fallas Internas	186:24:17
Mant. Correctivos	1090:09:00
TOTAL	1468:52:17

Tabla 5. 9 Resumen de tipos de mantenimiento con su respectivo tiempo.

Diseño de autor.

En base a las órdenes de Trabajo, se estimó que de cada hora de mantenimiento, aproximadamente 12 minutos se emplean en la coordinación de trabajos dentro de un aerogenerador, para el monitoreo de variables meteorológicas, avances de los trabajos y consignación de la unidad.

Dando como resultado que durante el año móvil julio 2013 – junio 2014, de las 1468 horas 52 minutos y 17 segundos; de las cuales, 293 horas 46 minutos 26 segundos se emplea en la comunicación entre el personal de mantenimiento y el centro de control por teléfono celular.

Al ser una empresa pública es requerimiento indispensable el contratar el servicio de telefonía móvil con la Corporación Nacional de Telecomunicaciones y al contar el personal técnico de la central con el servicio de esta única operadora el minuto de llamada se considerará fijo que según el detalle tarifario es de \$0.15 centavos más IVA el minuto.



Beneficios			Tarifas			Condiciones		
Tarifas								
CBM	MB	Redes Sociales	Minutos	SMS	Red	Tarifa ONNET	Tarifa OFFNET	Modalidad
\$ 10.00	500	Ilimitado whatsapp y facebook	60 Min	-	4G/3G	\$ 0.02	\$ 0.15	Controlado
\$ 20.00	1000	Ilimitado whatsapp y facebook	150 Min	300	4G/3G	\$ 0.02	\$ 0.15	Controlado
\$ 30.00	2000	Ilimitado whatsapp y facebook	180 Min	Ilimitado	4G/3G	\$ 0.02	\$ 0.15	Controlado
\$ 40.00	3000	Ilimitado whatsapp y facebook	200 Min	Ilimitado	4G/3G	\$ 0.02	\$ 0.15	Controlado
\$ 50.00	4000	Ilimitado whatsapp y facebook	230 Min	Ilimitado	4G/3G	\$ 0.02	\$ 0.15	Controlado
\$ 60.00	5000	Ilimitado whatsapp y facebook	270 Min	Ilimitado	4G/3G	\$ 0.02	\$ 0.15	Controlado
* Tarifas no incluye impuestos								

Fig. 5. 1 Tarifas de planes coporativos, [39]



Por lo que conforme se detalla en la tabla 5.10, en un año de operación y mantenimiento de la central, la implementación de la red VoIP entre las unidades de generación, y todas las instalaciones de la Unidad de Negocio CELEC EP GENSUR, ahorrará a la institución \$3.257,37 USD Tres mil doscientos cincuenta y siete dólares 37/100.

CENTRAL EÓLICA VILLONACO					
JULIO 2013 - JUNIO 2014					
TIPOS DE MANTENIMIENTO	TIEMPO DE MANTENIMIENTO	22% Tiempo Uso Celular	22% Tiempo Uso celular en min	Costo USD/ min	Costo USD/ min
Mantenimiento Semestral	80:59:00	17:48:59	1068,98	0,168	179,59
Mantenimiento Anual	111:20:00	24:29:36	1469,60		246,89
Mant. Fallas Internas	186:24:17	41:00:33	2460,55		413,37
Mant. Correctivos	1090:09:00	239:49:59	14389,98		2.417,52
TOTAL	1468:52:17	323:09:06	19389,11		3.257,37

Tabla 5. 10 Costo total. Diseño de autor.

Lo que en este sencillo análisis de TIR y VAN, se determina el tiempo de recuperación de la inversión y el valor actual neto.





Servicio Móvil Avanzado

Techos Tarifarios Móviles - Servicio de Voz - Uso Nacional



Secretaría Nacional
de Telecomunicaciones

Fecha de publicación: Julio de 2014

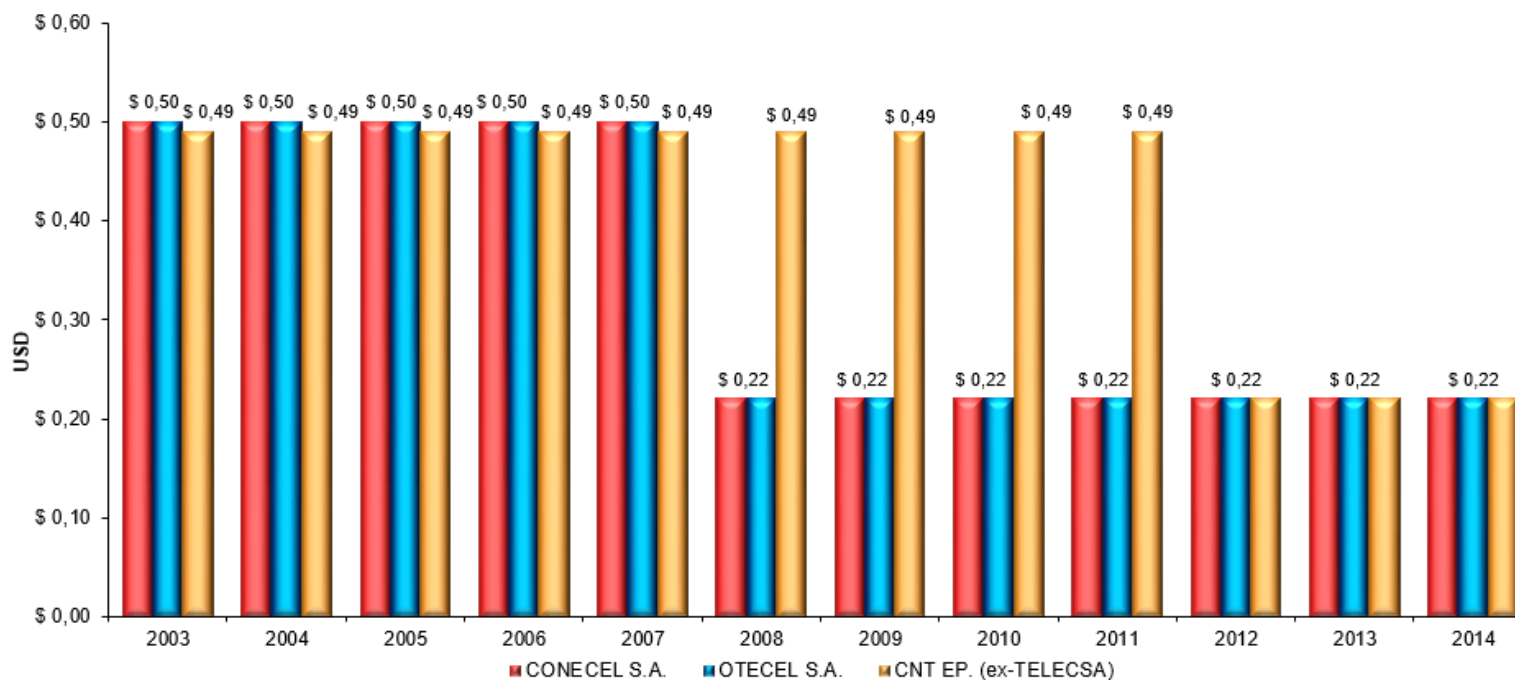


Fig. 5. 2 Servicio Movil Avanzado, [40]



CONCLUSIONES

Al finalizar la siguiente investigación se han llegado a las siguientes conclusiones:

- ✓ Con la implementación de la red Volp, no solo se obtiene un ahorro en el uso de la telefonía móvil, si no que se mejora la comunicación entre el centro de control y el personal encargado del mantenimiento de los aerogeneradores, asegurando una adecuado proceso de operación y mantenimiento en la Central Eólica Villonaco.
- ✓ La capacidad de la red de la Central Eólica Villonaco está limitada por la Unidad de Negocio CELEC EP GENSUR, en nuestro caso, para la central son 10 MB, de lo cual el 1.1095 Mbps está ocupado por los teléfonos IP y las cámaras ocupan 3.28 Mbps. El ancho de banda entre los teléfonos y las cámaras es de 4.38 Mbps, lo que no provocaría ningún tipo de saturación en la red.
- ✓ Se realizaron varias pruebas posteriores a la implementación, tales como Tráfico de voz en la hora Pico a través de software Win box, capacidad de la red, además se probaron distintos modos de operación de la Red, con los cuales se demostró que el diseño de la Red VoIP en la central Eólica Villonaco, se encuentra totalmente operativo y se ajusta a la red existente.
- ✓ El ahorro en la Unidad de negocio CELEC EP GENSUR, por la disminución en el uso de telefonía celular en las labores de operación y mantenimiento de la Central Eólica Villonaco, es de \$3.257,37 USD Tres mil doscientos cincuenta y siete dólares 37/100 mensuales, lo que permite tener una TIR del 10.51%, en un periodo de depreciación de 5 años.



- ✓ El beneficio más relevante de la implementación es la seguridad del personal que labora en la institución.



RECOMENDACIONES

- ✓ Utilizar el Protocolo SIP en las redes Locales LAN, debido a que es un protocolo extendido y soportado por las empresas de VoIP.
- ✓ Es de vital importancia en el proceso de mejoramiento de redes existentes, el poder utilizar todos los equipos y suministros con los cuales ya se cuenta, y reutilizarlos, con el fin de asegurar una rentabilidad económica de los proyectos.
- ✓ Se han establecido, normas y lineamientos claros respecto a la seguridad de la red, en todos los equipos instalados dentro de los aerogeneradores, con el fin de proteger todas las lógicas de programación e información delicada de la Central Eólica Villonaco.
- ✓ Es de vital importancia el realizar una barrido completo de la instalación en la cual se priorice la calidad del servicio considerando los servicios existentes.



TRABAJOS FUTUROS

- ✓ Se desea implementar una base de datos en línea que permita gestionar documentalmente todos los manuales, planos, diagramas eléctricos y mecánicos para aprovechar las instalaciones WIFI de los aerogeneradores con las cuales hoy cuentan.
- ✓ Implementar la solución del Diseño de VoIP en los distintos departamentos de la Unidad de Negocio CELEC EP GENSUR, mejorando la y calidad de las comunicaciones y disminuyendo gastos operativos de la misma.



REFERENCIAS

- [1]. "INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS 2013" [en línea].
Consultado 2014-10-22 URL:
<https://www.celec.gob.ec/images/2013.pdf>
- [2]. "CELEC EP – UNIDAD DE NEGOCIO GENSUR" [en línea].
Consultado 2014-10-22 URL:
https://www.celec.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=200:gensur&catid=42&Itemid=382
- [3]. "Historia Voip" [en línea]. Consultado 2014-08-22 URL: <http://voz-ip-co.blogspot.com/2011/07/historia-voip.html>
- [4]. "Central telefónica" [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL:
<http://consejocomunalhimalayatelecomunica.blogspot.com/2012/10/la-central-telefonica.html>
- [5]. "Telefonía" [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL:
http://sdcetitonala-emat.mex.tl/2197064_Telefonia-tradicional.html
- [6]. "Red IP" [en línea]. Consultado 2014-08-22 URL:
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5102/1/T2452.pdf>
- [7]. "Siemens HiPath" [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL:
<http://www.cvcsl.com/documentos/Portfolio%20SOLUCIONES.pdf>
- [8]. "Telemática" [documento pdf]. Consultado 2014-10-22



- [9]. “Redes” [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL:
<http://es.slideshare.net/williamjosepmatamoros/informe-1-redes>
- [10]. “Redes direccionamiento IP” [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL:
https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fcolegiorohde.edu.ec%2Fdescargas%2F3ro%2520Adm%25201P2Q%2FEq%2520%2520-%2520trabajo%2520-%2520Teor%25EDa.docx&ei=mjPAVIH9HOHLsASUIIGgCA&usg=AFQjCNHcqRfIQnFijXA0-_vZv8pQ-fU08A
- [11]. “Arquitectura de protocolos TCP/IP” [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL:
http://www.academia.edu/8309114/ARQUITECTURA_DE_PROTOCOLOS_TCP
- [12]. “Modelo TCP/IP” [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL:
http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5638/1/18460_1.pdf
- [13]. “Protocolos de red” [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL:
<http://www.utp.edu.co/~fgallego/claseXcapitulo/clase03-capitulo3>
- [14]. “Antecedentes de VoIP” [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL:
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/32/7/Capitulo1.pdf>
- [15]. “Digitalización” [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL:
<http://www2.udec.cl/~lsalazarv/digitalizacion.html>



- [16]. “Fundamentos de Voip” [en línea]. Consultado 2014-10-22
URL: <http://es.slideshare.net/FranciscoNvoaManuel/fundamentos-de-voip-con-tecnologa-cisco>
- [17]. “Digitalización y señalización” [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL: <http://es.slideshare.net/edisoncoimbra/42-digitalizacion-pcm>
- [18]. “Códec” [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL: <http://es.slideshare.net/javierflore/tm4387>
- [19]. “Códec de voz” [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL: <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CCoQFjAD&url=http%3A%2F%2Frepositorio.espe.edu.ec%2Fbitstream%2F21000%2F4668%2F1%2FT-ESPE-032765.pdf&ei=TD7AVLaRL4exsATlwYKYBA&usg=AFQjCNHYcrlLtwrM7cevaeQ1hH3y88pZGg>
- [20]. “Tipos de Códec” [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1872/1/CD-2448.pdf>
- [21]. “Estudio de Striming” [en línea]. Consultado 2014-10-22
URL: http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/8706/PFC_Carmen_Gomez_Cruz.pdf?sequence=1
- [22]. “ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE ALTA DISPONIBILIDAD MEDIANTE CLUSTERING EN SISTEMAS DE CALL CENTER BASADOS EN VoIP” [en línea] Consultado 2014-10-22 URL: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6019/1/CD-4771.pdf>



- [23]. “El Estándar VoIP - Redes y servicios de banda ancha” [en línea] Consultado 2014-10-22
URL:<http://www.monografias.com/trabajos33/estandar-voip/estandar-voip.shtml>
- [24]. “El estándar H.323” [en línea] Consultado 2014-10-22
URL:<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11252/fichero/2-H.323.pdf>
- [25]. “Protocolos de Señalización para el transporte de Voz sobre redes IP1” [en línea] Consultado 2014-10-22
URL:<http://www.it.uc3m.es/~jmoreno/articulos/protocolssenalizacion.pdf>
- [26]. “Diseño de una red de voz sobre ip para el hospital Isidro Ayora” [en línea] Consultado 2014-10-22 URL:
dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2528/1/tm4387.pdf
- [27]. “IEEE 802.1Q” [en línea] Consultado 2014-10-22 URL:
http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.1Q
- [28]. “La misión de la central telefónica PBX es conectarse a la PSTN y gestionar las extensiones telefónicas corporativas internas, facilitando la comunicación entre sí y con el exterior.” [en línea] Consultado 2014-10-22
URL:http://www.cib.espol.edu.ec/digipath/d_tesis_pdf/d-33567.pdf
- [29]. “DISEÑO IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA PARA LA GESTIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIDAD EDUCATIVA LICEO DEL VALLE” [en línea] Consultado 2014-10-22 URL:
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/332/1/CD-0322.pdf>



- [30]. “Estudio de Striming” [en línea]. Consultado 2014-10-22
URL: http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/8706/PFC_Carmen_Gomez_Cruz.pdf?sequence=1
- [31]. “Estructura de comunicaciones del aerogenerador”
[documento digital pdf] Consultado 2014-10-22
- [32]. “Router RB2011” [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL:
<http://www.dss.com.bo/redes/routers/inalambricos/rb2011uias-2hnd-in-detail>
- [33]. “Cámara IP” [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL:
<http://www.averusa.com/surveillance/products/ip-cameras/glossary.asp>
- [34]. “Siemens Open Stage” [en línea]. Consultado 2014-10-22
URL: [https://www.solutionbox.com.ar/mailling/SBox_12col_2012-09_CS6\(2\).pdf](https://www.solutionbox.com.ar/mailling/SBox_12col_2012-09_CS6(2).pdf)
- [35]. “Alcatel one touch idol” [en línea]. Consultado 2014-10-22
URL: <http://www.smart-gsm.com/moviles/alcatel-one-touch-idol>
- [36]. “NVR” [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL: 9600
<https://www.hikvision.com/%2FEs%2Fproducts.asp%3Fcid%3D271&ei=N2rAVNj0DLHHsQTHs4DoDg&usg=AFQjCNFK1TmdYhjmA3oqMw3j7NGsIU7iw>
- [37]. “Router Mikrotik” [en línea]. Consultado 2014-10-22 URL:
RB1100AHx2 <http://routerboard.com/RB1100AHx2>



[38]. “Siemens HiPath 3800” [en línea], consulta 2014-10-22 realizada URL: <http://www.globatel.es/hipath3800.html>

[39] Tarifas plan corporativo, [en línea] consultado 2014-10-22 URL: <https://www.cnt.gob.ec/movil/plan-corporativo/multiplanes-lte-empresas-publicas/>

[40] Servicio móvil avanzado [en línea] consultado 2014-10-22 URL: [http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/servicio-movil-avanzado-2/Planes empresas Datos + Voz - Móvil | Corporación Nacional de Telecomunicaciones](http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/servicio-movil-avanzado-2/Planes%20empresas%20Datos%20+%20Voz%20-%20M%C3%B3vil%20|%20Corporaci%C3%B3n%20Nacional%20de%20Telecomunicaciones)www.cnt.gob.ec